Lane Medical Libr.
1884

# Analyse

# septisch inficirten Hundeblutes.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades eines

**Doctors der Medicin**

verfasst und mit Bewilligung

Einer Hochverordneten Medicinischen Facultät der Kaiserl. Universität zu Dorpat

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

**Fedor Kupffer,**
Curonus.

Ordentliche Opponenten:

Prof. Dr. **A. Vogel.** — Prof. Dr. **L. Stieda.** — Prof. Dr. **A. Schmidt.**

Dorpat.
Druck von H. Laakmann's Buch- und Steindruckerei.
1884.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät.
Dorpat, den 21. November 1884.
Nr. 528. Decan: Stieda.

Dem Fräulein

# Adolphine von Brödrich

auf Kurmahlen

in Dankbarkeit

der Verfaſſer.

Meinen wärmſten Dank ſage ich allen meinen hochverehrten Lehrern beim Scheiden von dieſer Hochſchule.

Insbeſondere aber danke ich Herrn Profeſſor Dr. A. Schmidt für die mir in liebenswürdigſter Weiſe geleiſtete Unterſtützung bei dieſer Arbeit.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40154018_0099

In meinen nachfolgenden Verſuchen habe ich zunächſt den Zweck verfolgt die von v. Goetſchel zur Analyſe gefunden und ſeptiſch inficirten Schafblutes benutzte Methode auch auf das Hundeblut anzuwenden.

v. Goetſchel ermittelte bei dem defibrinirten Schafblute zunächſt folgende Werthe:

1. Den prozentiſchen Trockenrückſtand des ganzen Blutes (T).

2. Den prozentiſchen Trockenrückſtand des Blutſerums (t).

3. Den prozentiſchen Trockenrückſtand der rothen Blutkörperchen bezogen auf das ganze defibrinirte Blut (r).

4. Den Exſtinctionscoefficienten des Blutes ($\varepsilon$).

5. Das ſpezifiſche Gewicht des Blutes.

Waren die drei erſtgenannten Werthe ermittelt, ſo fand v. Goetſchel:

1. Das prozentiſche Gewicht der rothen Blutkörperchen (b) nach der Formel $b = \frac{100\,(t + r - T)}{t}$ und

2. Den prozentiſchen Trockenrückſtand der rothen Blutkörperchen bezogen auf dieſe ſelbſt (R) nach der Formel $R = \frac{rt}{t + r - T} = \frac{100\,r}{b}$

3. Den Serumrückſtand in 100 gr. Blut ($t'$)

$$t' = \frac{(100 - b)\,t}{100}.$$

Da der Hämoglobingehalt des Blutes dem Exſtinctionscoefficienten direkt proportional iſt, ſo ergab ſich aus der Vergleichung dieſes Werthes mit den gefundenen Werthen von r unmittelbar, ob bei den durch ſeptiſche Infektion herbeigeführten und aus b und R zu erſehenden Aenderungen in der Menge und Concentration der rothen Blutkörperchen das urſprüngliche Verhältniſs zwiſchen Hämoglobin und Stroma unverändert blieb, oder ob und in welcher Richtung in dieſer Hinſicht Störungen eingetreten waren.

Zur Controlle der analytiſchen Ergebniſſe dienten die ſpez. Gewichtsbeſtimmungen des Blutes. Es zeigte ſich hierbei, daſs, obgleich natürlich alle Beſtandtheile des Blutes das ſpezifiſche Gewicht beeinfluſſen, doch das Hämoglobin den bei weitem gröſsten Einfluſs ausübt, ſo daſs der Exſtinctionscoefficient, beziehungsweiſe der Hämoglobingehalt des Blutes und das ſpezifiſche Gewicht deſſelben ſich faſt ſtets in gleichem Sinne änderten, was durchaus nicht immer von den übrigen Blutbeſtandtheilen (Stroma und Serumrückſtand) gilt.

Da es aber v. Goetſchel nicht gelang das Schafhämoglobin kryſtalliniſch darzuſtellen, ſo muſste er auf die Ermittlung des betreffenden Abſorptionsverhältniſſes verzichten und damit zugleich auf die Feſtſtellung abſoluter Zahlen für den Hämoglobin = resp. den Stromagehalt des Blutes resp. der rothen Blutkörperchen. Dieſen Mangel wollte ich beſeitigen, indem ich zu meinen Verſuchen das ſo leicht kryſtalliſirende Hundeblut wählte. Ich hatte alſo zunächſt das Abſorptionsverhältniſs des Hundeblutes mit den im hieſigen phyſiologiſchen Inſtitut befindlichen Hüfnerſchen Spectrophotometer zu beſtimmen; im übrigen lag es mir ob ganz nach v. Goetſchel zu verfahren auf deſſen Darſtellung der Verſuchsmethode ich deshalb verweiſen muſs.

# I. Ueber einige Fehlerquellen der Methode.

Bevor ich an meine eigentliche Aufgabe ſchritt, verſuchte ich über einen Punkt zur Klarheit zu kommen, der ſchon v. Goetſchel viel zu ſchaffen gemacht hat. Es iſt nämlich ohne weiteres klar, daſs der prozentiſche Rückſtand des ungeronnenen Blutes, welchen ich von jetzt ab der Kürze halber als Geſammtblut bezeichnen will, gröſser ſein muſs, als der des defibrinirten Blutes und zwar um das Faſerſtoffprozent gröſser, oder anders ausgedrückt, der prozentiſche Rückſtand des defibrinirten Blutes (T) muſs gleich ſein demjenigen des Geſammtblutes (T′) minus dem Faſerſtoffprozent (f).

v. Goetſchel fand nun, daſs die wirklich erhaltenen Wägungsreſultate niemals dieſer Forderung entſprachen, inſofern T immer gröſser und zwar beträchtlich gröſser gefunden wurde als $T' - f$, ja häufig ſogar gröſser als $T'$ ſelbſt, und auch ich bin in der Lage, dieſe Angabe als eine ausnahmslos richtige zu beſtätigen.

Es fragt ſich nun, ob bei aller Anerkennung der theoretiſchen Richtigkeit der Gleichung $T = T' - f$ nicht in Praxi Dinge eintreten, welche ihre Geltung in dem bereits angegebenen Sinne aufheben.

v. Goetſchel's und mein Verfahren beſtand in Folgendem:

Es wurde eine gröſsere Menge Blutes (30—40 Ccm.) durch Umrühren mit einem Fiſchbeinſtäbchen defibrinirt,

dann das Faſerſtoffklümpchen vom Stäbchen in das Blut zurückgebracht, mit demſelben gewogen, dann mit dem Stäbchen herausgefiſcht, durch Preſſen zwiſchen Daumen und Zeigefinger vom eingeſchloſſenen Blute möglichſt befreit, wobei das letztere in den Geſammtvorrath zurücktropfte, und nun erſt das Auswaſchen des Faſerſtoffes mit deſtillirtem Waſſer begonnen, worauf Trocknen und Wägen folgte. Vom Geſammtvorrath des Blutes wurden nun auch, nach ein paarmaligem Umrühren 5—6 grm. zur Beſtimmung von T abgewogen und aufs Dampfbad zum Trocknen gelegt.

Nun iſt klar, daſs der Faſerſtoff trotz des Auspreſſens doch immer eine gewiſſe Menge eingeſchloſſenen Blutes mit fortnimmt. In dieſer Hinſicht ſind aber nur drei Fälle möglich: entweder nämlich hat das im Faſerſtoff eingeſchloſſen gebliebene defibrinirte Blut dieſelbe Zuſammenſetzung in Betreff des Verhältniſſes zwiſchen Blutkörperchen und Serum, wie das im Glaſe zurückgebliebene; dann hat dieſer Verluſt gar keinen Einfluſs auf die Rückſtandsziffer des defibrinirten Blutes, d. h. unter allen Umſtänden muſs dann $T = T' - f$. ſein.

Oder der Faſerſtoff hält relativ mehr rothe Blutkörperchen, als Blutſerum zurück; dann hat der Geſammtvorrath einen relativ gröſseren Verluſt an den ſchwereren Beſtandtheilen verloren und T muſs ſogar kleiner als $T' - f$ ſein.

Oder endlich der ausgepreſste Faſerſtoff hat relativ mehr Serum, als Blutkörperchen mit ſich genommen, ſo daſs im Geſammtvorrath das urſprüngliche Verhältniſs zwiſchen beiden zu Gunſten des letzteren geſtört worden iſt. In dieſem einzigen Falle könnte alſo T gröſser ſein als $T' - f$. Dieſer Fall aber ſcheint auf den erſten Blick ſehr unwahrſcheinlich zu ſein, da nach den bisherigen Erfahrungen zu urtheilen, der Faſerſtoff vielmehr die Neigung zu beſitzen

ſcheint, die Blutkörperchen in ſich einzuſchlieſsen und die Blutflüſſigkeit auszuſtoſsen. Ich komme auf dieſen Fall ſpäter zurück.

Eine weitere Fehlerquelle kann in dem Umſtande geſucht werden, dass der ausgewaſchene und getrocknete Faſerſtoff niemals ganz rein iſt, weil er ſtets die unlöslichen Reſte eingeſchloſſener körperlicher Elemente, farbloſe und rothe Blutkörperchen enthält; hiernach würde f immer gröſser ſein, als ſein wahrer Werth, alſo $T' - f$ immer zu klein, alſo auch kleiner als T ausfallen.

Wir wollen in dieſer Hinſicht zuerſt die vom Faſerſtoff eingeſchloſſenen farbloſen Blutkörperchen betrachten. Sehen wir hierbei ganz von dem Umſtande ab, daſs gewiſſe Beſtandtheile des gröſseren Theiles dieſer Elemente, indem ſie zu Grunde gehen, zur Faſerſtoffbildung beitragen, d. h. in die Subſtanz des Faſerſtoffes ganz übergehen, die deshalb alſo auch garnicht in Betracht kommen, ſondern betrachten wir nur die als ſolche eingeſchloſſenen farbloſen Blutkörperchen und zwar als etwas dem Faſerſtoff ganz fremdes, deren trockne Reſiduen das Faſerſtoffgewicht zu hoch und eben deshalb die Differenz $T' - f$ zu klein ausfallen laſſen, ſo iſt zu bedenken, daſs dieſe Reſiduen, indem ſie mit den farbloſen Blutkörperchen vom Faſerſtoff eingeſchloſſen wurden, ja zugleich auch dem Trockenrückſtande des defibrinirten Blutes verloren gingen, so daſs auch dieſer um denſelben Werth zu klein ausfallen muſs. Wären ſie nicht vom Faſerſtoff eingeſchloſſen worden, ſo wären ſie eben im defibrinirten Blute geblieben; der Werth $T' - f$ wäre dann allerdings gröſser ausgefallen, als wir ihn faktiſch gefunden, ebenſo aber auch der Werth T. Dieſer Fehler würde ſich vollkommen von ſelbſt eliminiren, wenn der geſammte feſte Rückſtand der vom Faſerſtoff eingeſchloſſenen farbloſen

Elemente, auch noch im ausgewaſchenen getrockneten Faſerſtoff enthalten wäre. Dies iſt aber nicht der Fall, da wir mit Sicherheit annehmen können, daſs die löslichen Beſtandtheile dieſer Elemente beim Auswaſchen des Faſerſtoffes mit dem Waſchwaſſer extrahirt worden ſind. Mithin iſt der Gewichtsverluſt, welchen der Trockenrückſtand des defibrinirten Blutes durch mechaniſche Einſchlieſsung der farbloſen Elemente, ſeitens des Faſerſtoffes erleidet, gröſser als der Gewichtszuwachs, welchen der Faſerſtoff aus ebendemſelben Grunde erfährt, d. h. T kann, ſofern dieſer Umſtand überhaupt in Betracht kommt, immer nur kleiner, niemals aber wie wir es doch ſtets gefunden haben, gröſser ausfallen als $T' - f$.

Anders ſteht es mit den vom ausgewaſchenen und getrockneten Faſerſtoff eingeſchloſſenen unlöslichen Beſtandtheilen des Stroma der rothen Blutkörperchen. Wir wollen, um die Bedeutung dieſes Fehlers zu erkennen uns vorſtellen, daſs keine andere Fehlerquelle exiſtirt, insbeſondere wollen wir von der Annahme ausgehen, daſs das im Faſerſtoff, nach dem Auspreſſen zurückbleibende Blut Blutkörperchen und Serum in demſelben Verhältniſs enthält, wie das übrige Blut. In dieſem Falle wird durch den Verluſt, welchen die Geſammtmenge des defibrinirten Blutes auf dieſe Weiſe durch den Faſerſtoff erleidet, die Rückſtandsziffer des erſteren nicht alterirt, aber während die Serumbeſtandtheile aus dem Faſerſtoff durch Auswaſchen ganz entfernt werden, bleibt ein Theil der Stromabeſtandtheile der rothen Blutkörperchen darin zurück, erhöht das Fibringewicht und verkleinert demnach den Werth der Differenz $T' - f$. Hier macht ſich alſo wirklich ein Fehler geltend, welcher in der Richtung der von v. Götſchel und mir gemachten Erfahrung einwirkt. Indem ich mir aber vorbehalte auf die Be-

ſtimmung der maximalen Gröſse dieſes Fehlers zurückzukommen, will ich hier nur bemerken, daſs der Faſerſtoff durch die eingeſchloſſenen unlöslichen Stromabeſtandtheile ja nur einen Gewichtszuwachs erfährt; denkt man ſich denſelben weg, ſo bleibt doch immer noch das Gewicht des Faſerſtoffes ſelbſt übrig, und dieſes Gewicht müſste dann doch vom Rückſtande des Geſammtblutes abgezogen werden, um daſſelbe demjenigen des defibrinirten Blutes gleichzumachen. Der erwähnte Fehler kann demnach wohl bewirken, daſs T gröſser iſt als $T' - f$, aber er kann niemals bewirken, daſs T gleich $T'$ oder gar, wie v. Götſchel und ich es doch mehrfach gefunden, gröſser als $T'$ wird.

Die von v. Götſchel angewandte Methode ermöglicht es mehrere vergleichende Analyſen des Blutes im Laufe von nur 2 bis 3 Wochen gleichzeitig auszuführen. Ich meine deshalb, daſs es ſich der Mühe lohnt, etwaige Unſicherheiten derſelben zu beſeitigen. Eine ſolche Unſicherheit haftet ihr aber wegen der faktiſchen Ungleichheit der Werthe T u. $T' - f$ an; man weiſs nicht welchen von dieſen beiden Werthen man als den richtigeren für den Rückſtand des defibrinirten Blutes in die obige Formel einführen ſoll. Und doch wird man faſt immer ſich an das defibrinirte Blut halten müſſen, denn die Ausführung der Unterſuchung von ungeronnenem Blute verlangt die Beſtimmung des Plasmarückſtandes, ſtatt des bisher benutzten Serumrückſtandes; mit Ausnahme des Pferdeblutes ſind aber die meiſten zu ſolchen Verſuchen verwendbaren Blutarten zur Plasmagewinnung nicht geeignet und ſeptiſche Infectionsverſuche wird man doch gewöhnlich bei kleineren Thieren, Hunden, Schafen und dergl. anſtellen.

v. Götſchel, welcher den durch die eingeſchloſſenen unlöslichen Stromabeſtandtheile bedingten Fehler des Faſer-

ſtoffprozentes für zu klein hielt, als daſs er berückſichtigt zu werden verdiente, nahm an, daſs das Blut während des Defibrinirens im offenen Glaſe einen Gewichtsverluſt durch Waſſerverdunſtung erlitten hatte, und daſs deshalb der Rückſtand des defibrinirten Blutes ſtets ein zu hohes Gewicht ergeben habe; als richtiger Werth für dieſen Rückſtand galt ihm der Rückſtand des Geſammtblutes minus dem trockenen Faſerſtoff; dieſe beiden Gröſsen hat er demnach ſtets beſtimmt, den erſteren bei möglichſter Vermeidung jeden Waſſerverluſtes. Nun diente ihm aber ebendaſſelbe defibrinirte und dadurch gemäſs der Annahme concentrirter gewordene Blut auch zur Ermittelung des Rückſtandes der rothen Blutkörperchen in 100 grm. Blut (r). Auch dieſer Werth muſste dann in demſelben Maaſse zu hoch ausfallen wie der Werth von T. v. Götſchel corrigirte ihn darnach durch eine einfache Proportionsrechnung $T : (T' - f) = r : x$. Dieſer Correctur wegen ſah er ſich genöthigt auch jedes mal den faktiſchen Rückſtand des defibrinirten Blutes (T) durch direkte Wägung zu beſtimmen. Nur der durch Wägung ermittelte Rückſtand des Serums kam ohne Correctur in Anwendung, da bei Gewinnung des letzteren von keinem irgend erheblichen Waſſerverluſt die Rede ſein konnte.

Ich geſtehe jedoch, daſs mir v. Goetſchels Annahme nicht ganz wahrſcheinlich erſchien. Unter der Vorausſetzung ihrer Richtigkeit läſst ſich nämlich aus den Goetſchel'ſchen Daten der Waſſerverluſt, der beim Defibriniren des Blutes ſtattfindet, leicht berechnen. Nennen wir den prozentiſchen Waſſerverluſt w, ſo iſt offenbar

$$w = 100 - \frac{100\,(T' - f)}{T}.$$

Führt man nun dieſe Rechnung nach den v. Goetſchel'ſchen Verſuchen aus, ſo erhält man unwahrſcheinlich

hohe Zahlen für den Waſſerverluſt beim Defibriniren, Zahlen die in einzelnen Fällen nahezu 3 % des Blutgewichtes betragen, dabei dauerte das Defibriniren in v. Goetſchels und meinen Verſuchen nur ca. 10 Minuten, oft gelang es noch ſchneller das Blut zu defibriniren. Es iſt kaum glaublich, daſs in ſo kurzer Zeit der Verdunſtungsfehler zu ſolcher Höhe anwachſen ſollte, und zwar bei Blutmengen von ca. 30 Ccm. Ich habe deshalb einige Verſuche angeſtellt, um den thatſächlichen, durch das Defibriniren bewirkten Verdunſtungsfehler zu beſtimmen.

Bevor ich jedoch auf dieſe Fehler übergehe, ſtelle ich des Ueberblickes wegen, die betreffenden Zahlen aus v. Goetschel's und meinen Verſuchen zuſammen. Die Tabellen enthalten demnach die Zahlen: 1) Für den Rückſtand des Geſammtblutes (T'). 2) Für den trockenen Faſerſtoff (f). 3) Für den durch Wägen gefundenen Rückſtand des defibrinirten Blutes (T). 4) Für die Differenz T' — f als berechneten Rückſtand des defibrinirten Blutes. 5) Für die Differenz zwiſchen dem durch Wägung gefundenen und berechneten Rückſtand des defibrinirten Blutes [T — (T' — f)] und endlich 6) für den aus den Werthen T und T' — f zu berechnenden Waſſerverluſt. Sämmtliche Zahlen beziehen ſich auf 100 grm. Blut.

Man erſieht aus dieſen Tabellen, daſs in keinem einzigen Falle auch nur eine annähernde Gleichheit zwiſchen den Zahlen T' — f und T beſteht, ſo zwar, daſs die Differenz T — (T' — f) ausnahmslos poſitiv ausfällt. Häufig iſt T ſogar gröſser als T' an und für ſich und zwar beim Hundeblut in allen Fällen.

Die in der erſten Tabelle enthaltenen Rubriken ſind v. Goetſchel's Verſuchen, welche Schafsblut betrafen

entnommen; die beiden folgenden gehören mir ſelbſt an und betreffen das Hunde- und Pferdeblut.

v. Goetſchel hat ſeine Verſuche an 5 Schafen angeſtellt, jedem derſelben wurden 3 Blutproben abgenommen, die erſte vom geſunden Thier, die beiden ſpätern nach ſtattgehabter Jaucheinjection, im Ganzen alſo 15. In die nachfolgende erſte Tabelle nehme ich indeſs nur die Zahlen für das geſunde Blut auf, ſodaſs dieſelbe 5 Nummern enthält. Die 10 übrigen Nummern laſſe ich aus, weil ſie ausnahmslos ganz daſſelbe beweiſen, wie die das geſunde Blut betreffenden Zahlen. Ja die gröſsten Differenzen zwiſchen T und $T' - f$ fallen gerade auf die Proben des kranken Blutes, ſo daſs eben dieſe Proben die Fälle darſtellen, in welchen die Verdunſtungsfehler beim Defibriniren nahezu 3 % des Blutgewichtes erreicht haben muſsten. Die zweite und dritte Tabelle bezieht ſich auf meine eigenen Verſuche mit reſp. Hunde- und Pferdeblut. Hund 1 und 2 ſind dieſelben, an welchen ich die ſpäter zu erwähnenden methodiſchen Verſuche in dem v. Goetſchel'ſchen Sinne anſtellte. In meine Tabellen nehme ich ſowol die Zahlen für die vor als auch für die beiden nach der Injection dem Thiere entnommenen Blutproben auf. Die erſtere iſt mit a, die beiden letzteren mit b und c bezeichnet.

Ich laſſe jetzt die Tabellen folgen:

Tabelle I. Schafsblut (v. Götſchel).

| Nummer des Thieres. | Rückstand des Gesammtblutes (T'). | Faserstoff (f). | Rückstand des defibrinirten Blutes (T.) | $T' - f$. | $T - (T' - f)$ | Berechneter Wasserverlust. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 17,112 | 0,377 | 17,049 | 16,735 | + 0,314 | 1,87 |
| II. | 15,133 | 0,230 | 15,049 | 14,903 | + 0,146 | 0,97 |
| III. | 16,593 | 0,169 | 16,542 | 16,424 | + 0,118 | 0,71 |
| IV. | 18,049 | 0,342 | 18,107 | 17,707 | + 0,400 | 2,21 |
| V. | 16,840 | 0,263 | 16,788 | 16,577 | + 0,211 | 1,25 |

Tabelle II. Hundeblut (mein Verfuch).

| Nummer des Thieres. | | Rückstand des Gesammtblutes (T'). | Faserstoff (f). | Rückstand des defibrinirten Blutes (T). | T' — f. | T — (T' — f.) | Berechneter Wasserverlust. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | a | 21,688 | 0,104 | 21,939 | 21,584 | + 0,355 | 1,62 |
| | b | 21,016 | 0,096 | 21,171 | 20,920 | + 0,251 | 1,19 |
| | c | 20,394 | 0,247 | 20,548 | 20,147 | + 0,401 | 1,95 |
| II. | a | 18,799 | 0,297 | 18,898 | 18,502 | + 0,396 | 2,10 |
| | b | 19,295 | 0,193 | 19,381 | 19,102 | + 0,279 | 1,44 |
| | c | 17,749 | 0,324 | 17,814 | 17,425 | + 0,389 | 2,18 |
| III. | | 21,525 | 0,223 | 21,693 | 21,302 | + 0,391 | 1,80 |

Tabelle III. Pferdeblut (mein Verfuch).

| Nummer des Thieres. | Rückstand des Gesammtblutes (T'). | Faserstoff (f). | Rückstand des defibrinirten Blutes (T). | T' — f. | T — (T' — f. | Berechneter Wasserverlust. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 17,259 | 0,220 | 17,385 | 17,039 | + 0,346 | 1,99 |
| II. | 15,176 | 0,264 | 15,148 | 14,912 | + 0,236 | 1,56 |
| III. | 17,436 | 0,297 | 17,412 | 17,139 | + 0,273 | 1,57 |
| IV. | 17,753 | 0,377 | 17,640 | 17,376 | + 0,264 | 1,50 |

Im Hinblick auf die in diefen Tabellen niedergelegten Beobachtungen, will ich nur noch bemerken, dafs ich ebenfo, wie v. Götfchel das Trocknen der Rückftände bis zum Eintritt abfoluter Gewichtsconftanz fortgefetzt habe, fo weit fie mit einer Wage, welche noch für die vierte Decimalftelle deutliche Ausfchläge gab, erreicht werden konnte. Von einem Wägungsfehler als Urfache der von uns gefundenen conftanten Differenz zwifchen T u. T' — f kann alfo nicht die Rede fein; es wäre auch höchft merkwürdig, wenn diefer Fehler immer nur auf die eine Seite gefallen wäre. Ferner hebe ich noch hervor, dafs der Faferftoff ftets bis zur vollkommenen Weifse ausgewafchen wurde, was bei dem ausgefchlagenen Faferftoff bekanntlich fehr leicht und fchnell von ftatten geht. Zur Entfernung

des etwa eingeſchloſſenen Paraglobulins wurde der Faſerſtoff auch mit einer Kochſalzlöſung von 2—3 % und darauf natürlich wieder mit Waſſer gewaſchen, bis zur völligen Entfernung des ClNa.

Es fragt ſich nun ob man berechtigt iſt die Nichtübereinſtimmung zwiſchen den Gröſsen T u. T`— f blos auf die Verdunſtung beim Defibriniren zu beziehen, d. h. ob der thatſächliche Waſſerverluſt beim Defibriniren, dem von uns berechneten wirklich gleichkommt. Zu dieſem Behufe beſtimmte ich den thatſächlichen Verdunſtungsfehler, in dem ich das Blut v o r und n a c h dem Umrühren wog. Mit Ausnahme des Pferdeblutes können ſolche Verſuche aus naheliegenden Gründen nur an bereits defibrinirtem Blute angeſtellt werden. Da das Herausnehmen des Fiſchbeinſtäbchens nach beendigtem Umrühren des Blutes einen Fehler bedingt hätte, ſo war daſſelbe ſowohl bei der Wägung des leeren, als des mit Blut beſchickten Glaſes mitgewogen worden. Die Länge des Stäbchens war geringer, als die Höhe des Glaſes, ſo daſs es die Bedeckung mit dem Uhrſchälchen während des Wägens nicht hinderte.

Die Blutmenge betrug 10 bis 30 Ccm., darnach wählte ich die Gläſer ſo, daſs zwiſchen freier Oberfläche und Maſſe der Flüſſigkeit ſtets annähernd das gleiche Verhältniſs herrſchte, d. h. die Flüſſigkeitscylinder waren von ähnlicher Geſtalt. Die Verſuchsreſultate ergeben ſich aus folgendem:

V e r ſ u c h I. Defibrinirtes Hundeblut von Zimmertemperatur wird gewogen, 20 Minuten lang umgerührt, dann wieder gewogen. Der Gewichtsverluſt beträgt 0,25 % des Blutgewichtes.

V e r ſ u c h II. Gekühltes ungeronnenes Pferdeblut wird gewogen, darauf 10 Minuten lang umgerührt, wobei der Fa-

ferſtoff ſich ausſchied, und wieder gewogen. Der Gewichtsverluſt beträgt 0,07 %.

Verſuch III. Gekühltes Blutplasma vom Pferde wird im Zimmer bis nahe zur Zimmertemperatur erwärmt, gewogen, 20 Minuten lang umgerührt, wobei der Faſerſtoff ſich ausſchied und wieder gewogen. Der Gewichtsverluſt beträgt 0,24 %.

Man ſieht wie klein der Verdunſtungsfehler ausfällt, ſelbſt in den Fällen, in welchen das Umrühren 20 Minuten gedauert hatte; zugleich ſieht man von welchem Einfluſs die Temperatur des Blutes auf die Verdunſtung iſt. Eben aus dieſem Grunde ſind die bisherigen Verſuche nicht maſsgebend für uns, denn in denſelben befaſs das Blut von vorne herein nur die Temperatur des Zimmers, oder wie in Verſuch II und III ſogar eine noch bedeutend niedrigere. In v. Goetſchel's und meinen Verſuchen aber, auf welche ſich die Zahlen in vorſtehenden drei Tabellen beziehen, wurde das unmittelbar der Ader entnommene körperwarme Blut ſofort defibrinirt, wobei die Bluttemperatur in abſteigender Linie ſich der Zimmertemperatur nähern muſste. Um dieſe Verhältniſſe nachzuahmen, wurde das mit der erforderlichen Menge Blut beſchickte Glas nach der erſten Wägung in Waſſer von 40° getaucht, 10 Minuten lang unter fortwährendem Umrühren darin gehalten, dann herausgehoben, noch weitere 10 Minuten in der warmen Hand umgerührt, von Aussen gut abgetrocknet und wieder gewogen. Um die Erwärmung auf 40° raſch herbeizuführen, nahm ich zu dieſen Verſuchen kleine Blutmengen (10 Ccm.) und entſprechend kleine Gläſer.

Verſuch IV. Defibrinirtes Hundeblut 20 Minuten lang umgerührt, Gewichtsverluſt beträgt 0,51 %.

Verſuch V. Defibrinirtes Pferdeblut 20 Min. lang umgerührt, der Gewichtsverluſt beträgt 0,51 %.

Verfuch VI. Ungeronnenes Pferdeblut 20 Min. lang umgerührt, der Gewichtsverluft beträgt 0,41 %.

Verfuch VII. Defibrinirtes Hundeblut. In diefem Verfuch wurde das Blut zuerft auf 40° erwärmt, dann das Thermometer herausgenommen, rafch gewogen und nun nur 10 Minuten lang umgerührt. Der Gewichtsverluft beträgt 0,34 %.

Man fieht, dafs ein durch die Wage beftimmbarer Waffer-verluft überall ftattgefunden hat, aber derfelbe ift, felbft nach 20 Minuten langem Umrühren fehr klein, verglichen mit den im letzten Stabe unferer Tabellen angegebenen, aus T und T′ — f berechneten Verluften. Die in dem Verfuch VII, in welchem das Umrühren 10 Minuten dauerte, ermittelte Zahl (0,34 %) wird wol annähernd auch der Ausdruck fein für den Waffer-verluft, den unfere Blutproben beim Defibriniren erlitten hatten. Wenn hierdurch auch die Rückftandsziffer des defibrinirten Blutes beeinflufst werden mufste, fo kann diefer Einflufs doch nur ein fehr geringer gewefen fein und die grofsen von uns beobachteten Differenzen zwifchen T und T′ — f können unmöglich allein von der Verdunftung beim Defibriniren abgeleitet werden. Man hat fich demnach nach anderen mitwirkenden Urfachen umzufehen.

Ich dachte nun an die bereits erwähnte Möglichkeit, dafs der ausgefchlagene und darauf zwifchen den Fingern gepreffte Faferftoff Blutkörperchen und Blutferum in einem andern, als dem im Blute gegebenen Verhältniffe, einfchliefst. Soll aber hierdurch die Rückftandsziffer des defibrinirten Blutes erhöht werden, fo kann dies nur unter der Voraus fetzung gefchehen, dafs der ausgefchlagene und dann gepreffte Faferftoff ein ferumreicheres refp. körperchen-ärmeres Blut einfchliefst; es wäre denkbar, dafs der ausgefchlagene Faferftoff von vorneherein, während feiner

Entſtehung, Blut von dieſer abweichenden Zuſammenſetzung einſchlieſst; ebenſo aber auch, daſs während des Preſſens die Blutkörperchen leicht herausſchlüpfen, während eine gewiſſe Quantität Serum mit groſser Kraft zurückgehalten wird.

Die zur Entſcheidung dieſer Frage angeſtellten Verſuche beſtanden in Folgendem: Etwa 50—60 Ccm. Blut wurden gleich nach dem Auffangen aus der vena jugularis ext. zu ungefähr gleichen Theilen in zwei Gläſer vertheilt, aus dem einen ſofort 5—6 grm. zur Beſtimmung des Rückſtandes (T′) in einen Platintiegel übergeführt und gewogen. Der Reſt, ſowie das Blut im zweiten Glaſe, wurden während dieſer Wägung wie gewöhnlich defibrinirt, dann beide getrennt mit dem Faſerſtoff gewogen. Der Faſerſtoff aus dem erſten Glaſe wurde, nachdem er zwiſchen den Fingern gepreſst worden, bis kein Blut mehr abtropfte, zum Auswaſchen bei Seite gelegt; er diente zur Ermittelung des Faſerſtoffprozentes. Der Faſerſtoff aus dem zweiten Glaſe wurde, nachdem er ebenſo gepreſst worden in einem Platintiegel, ſo wie er war, als feuchter Faſerſtoff, gewogen, bis zur Gewichtsconſtanz getrocknet und wieder gewogen. Das in den beiden Gläſern zurückbleibende Blut wurde zuſammengegoſſen, ein paar Mal umgerührt und 5–6 grm. davon in einem Platintiegel zur Beſtimmung des Rückſtandes T abgewogen.

Nennen wir das prozentiſche Gewicht des reinen getrockneten Faſerſtoffes wie gewöhnlich f, das des feuchten bluthaltigen F und endlich desjenigen des Trockenrückſtandes von letzterem F′, ſo iſt offenbar F — f das Gewicht des vom Faſerſtoff eingeſchloſſenen Blutes und F′ — f das Rückſtandsgewicht dieſes Blutes. Aufserdem disponirte ich noch über die Werthe T′, T und T′ — f. Es war aber nun leicht feſtzuſtellen, ob der prozentiſche Rückſtand des vom Faſerſtoff eingeſchloſſenen Blutes demjenigen des urſprünglichen

Blutes minus dem Faſerſtoff, nämlich T′ — f, gleich war. Dies war, wie aus folgenden Verſuchen hervorgeht, nicht der Fall.

Verſuch I. Hundeblut (cf. Tab. II Nr. III).

Auf 100 gr. bezogen erhielt ich:

Feuchten, bluthaltigen Faſerſtoff 2,225 gr.; denſelben getrocknet 0,486 grm., reinen trocknen Faſerſtoff 0,223 gr. Die vom Faſerſtoff eingeſchloſſene Blutmenge betrug demnach 2,225 — 0,223 = 2,002, der Rückſtand dieſes Blutes = 0,486 — 0,223 = 0,263 grm.

2,002 grm. vom Faſerſtoff eingeſchloſſenen Blutes hinterließen demnach einen Rückſtand von 0,263 grm. macht 13,237 %. Der Rückſtand des Geſammtblutes minus dem Faſerſtoff aber betrug 21,525 — 0,223 % = 21,302 % d. h. alſo der Faſerſtoff hatte ein ſehr körperchenarmes Blut eingeſchloſſen.

Es erhebt ſich nun die Frage, ob durch dieſen Umſtnad die ganze in der Tabelle angegebene Differenz zwiſchen T (= 21,693) und T′ — f (= 21,302) bewirkt ſein kann. Iſt dem ſo, ſo iſt klar, daſs die Differenz verſchwinden und T auf den Werth von T′ — f zurückgehen muſs, wenn man die von Faſerſtoff eingeſchloſſene Blutmenge zum defibrinirten Blute und den Rückſtand derſelben zum Rückſtand dieſes Blutes T′ hinzurechnet und nun die prozentiſche Rückſtandsziffer berechnet. Im vorliegenden Falle hätten wir alſo 100 + 2,002 grm. defibrinirtes Blut mit einem Rückſtand von 21,693 + 0,263 d. h. der letztere beträgt 21,525 %. T wird alſo durch dieſe Correctur zwar von 21,693 % auf 21,525 % reducirt, bleibt dabei aber immer noch beträchtlich höher als der Werth von T′ — f (21,302); anders ausgedrückt die Differenz T — (T′ — f) die wir = + 0,391 % fanden, beträgt nach dieſer Correctur noch immer + 0,223 grm.

Verfuch II. Pferdeblut (cf. Tab. III Nr. III).

Auf 100 grm. Blut bezogen erhielt ich:

Feuchten, bluthaltigen Faferftoff 2,872 grm., Trockengewicht deffelben 0,649 grm., reinen trocknen Faferftoff 0,297 grm. Die vom Faferftoff eingefchloffene Blutmenge betrug demnach 2,575 grm. und ihr Rückftand 0,352, macht 13,670 %. Der Rückftand des Gefammtblutes minus dem Faferftoff aber betrug 17,139 %. Der Rückftand von 100 grm. des defibrinirten Blutes betrug 17,412. Corrigirt man nun diefen Werth, fo findet man, dafs 100 + 2,575 grm. Blut einen Rückftand von 17,412 + 0,352 grm. geben, d. h. T ift jetzt 17,318 % gegen 17,412 % die wir durch Trocknen und Wägen des defibrinirten Blutes fanden. Die Differenz T — (T' — f) verkleinert fich demnach von + 0,273 (cf. Tab. III Nr. II) auf + 0,179, aber fie ift bei weitem nicht befeitigt.

Verfuch III. Pferdeblut (cf. Tab. III Nr. IV).

Auf 100 grm. bezogen erhielt ich:

Feuchten, bluthaltigen Faferftoff 3,433 grm., Trockengewicht deffelben 0,801 grm., reinen trocknen Faferftoff 0,377 grm. Die vom Faferftoff eingefchloffene Blutmenge betrug demnach 3,056 grm. und ihr Rückftand 0,424 grm., macht 13,874 %, der Rückftand des Gefammtblutes minus dem Faferftoff aber war 17,376 %. T war = 17,640, nach Anbringung der entfprechenden Correctur finkt es auf 17,528 % und die Differenz T — (T' — f) finkt von + 0,264 nur auf + 0,152.

Durch die Beobachtung, dafs der ausgefchlagene und darauf gepreffte Faferftoff ein körperchenärmeres Blut einfchliefst, ift nun zwar neben der Waffervердunftung eine zweite Fehlerquelle aufgedeckt, welche den Rückftand des defibrinirten Blutes um ein Geringes zu hoch ausfallen

läfst, aber durch die Eliminirung diefes Fehlers wird die von uns beobachtete conſtante Differenz zwiſchen dem Rückſtande des defibrinirten Blutes und dem Rückſtande des Geſammtblutes minus dem Faſerſtoff nur zum kleineren Theil beſeitigt. Es müſſen alſo noch andere Urſachen dieſe Differenz mitbedingen.

Es fragt ſich nun, inwieweit der durch die Einſchlieſsung unlöslicher Stromabeſtandtheile der rothen Blutkörperchen bedingte Fehler in der Faſerſtoffbeſtimmung an der Erzeugung jener Differenz ſchuld iſt; dieſe Fehlerquelle wirkt offenbar nicht dadurch, daſs ſie ſowie die früheren den Werth T zu hoch ſondern dadurch, daſs ſie den Werth $T' - f$ zu niedrig ausfallen läſst. Es liegt in der Natur der Sache daſs man über die Bedeutung dieſes Fehlers nur dadurch ins Klare kommen kann, daſs man ſeine maximalen Werthe beſtimmt. Wir können uns zu dem Zwecke an die eben angeführten Verſuche halten, in welchen uns die vom Faſerſtoff eingeſchloſſene Blutmenge bekannt iſt. Es fragt ſich nur, wie hoch wir das Gewicht der zu dieſem Blute gehörigen, vom Faſerſtoff eingeſchloſſenen Stromabeſtandtheile zu ſchätzen haben. Ich will in dieſer Hinſicht von der denkbar höchſten Annahme ausgehen.

Nehmen wir zuerſt an, daſs das Hunde- ſowol als Pferdeblut 40 % rother Blutkörperchen enthalte und daſs dies, entgegen unſerer letzten Erfahrung, auch von demjenigen Blute gilt, welches im Faſerſtoff nach dem Preſſen zurückbleibt; nehmen wir ferner an, daſs die rothen Blutkörperchen 35 % feſten Rückſtand, und dieſer 25 % Stroma enthalte, ſo ergiebt ſich durch eine einfache Rechnung, daſs 100 grm. Blut 3,50 grm. Stromabeſtandtheile enthalten. Ein gegebenes Blutgewicht wäre alſo mit dem Faktor 0,035 zu multipliciren, um das Stromagewicht der in ihm enthaltenen

rothen Blutkörperchen zu erhalten. Nehmen wir endlich an, fämmtliche Stromabeſtandtheile blieben trotz des Auswaſchens im Faſerſtoff zurück. Unter dieſen Vorausſetzungen läſst ſich in den obigen drei Verſuchen, in welchen die vom Faſerſtoff eingeſchloſſene Blutmenge bekannt iſt, das dazu gehörige Stromagewicht berechnen; dieſes vom Trockengewicht des Faſerſtoffes abgezogen, würde erſt das wahre Gewicht des Faſerſtoffes geben und durch Abziehen dieſes kleiner gewordenen Fibringewichtes vom Werthe T' würde man im einzelnen Falle erſt den richtigen Ausdruck für dieſe Differenz erhalten.

Bevor ich dieſe Rechnung bei den drei letzten Verſuchen zur Anwendung bringe, will ich noch bemerken, daſs in denſelben das Gewicht des vom Faſerſtoff eingeſchloſſenen Blutes etwas zu klein ausgefallen iſt; denn daſſelbe iſt gefunden worden durch Abziehen des Gewichtes des ausgewaſchenen und getrockneten, von dem des feuchten Faſerſtoffes, der erſtere enthielt aber die feſten Stromabeſtandtheile, welche alſo vom Blutgewicht mit abgezogen worden ſind; dieſelben ſind alſo zum Blute hinzuzurechnen, das ſo erhaltene Blutgewicht iſt mit 0,035 zu multipliciren und dann dieſer Werth vom Trockengewicht des Faſerſtoffes abzuziehen. Nennen wir das durch Abziehen des trockenen vom feuchten Faſerſtoff erhaltene Gewicht x, ſo iſt das wahre Blutgewicht = x + 0,035 (mit einem kleinen Fehler, weil x ja von vorne herein um etwas zu klein ausgefallen iſt) und das Gewicht (st) der vom Faſerſtoff eingeſchloſſenen Stromabeſtandtheile = (x + 0,035 x) 0,035,

Führen wir dieſe Rechnung in Verſuch I in welchem x = 2,002 war, aus, ſo erhalten wir st = 0,071.

Das Fibringewicht (0,223 grm.) reducirt ſich hiernach auf 0,152 und die Differenz T' — f wächſt von 21,302

(Tab. II Nr. III) auf 21,373. Die Differenz T — (T′ — f) beträgt jetzt + 0,320 gegen + 0,391 in der Tabelle.

Führt man dieſelbe Rechnung im zweiten Verſuch aus, ſo findet man st = 0,085, das corrigirte

$$f = 0{,}297 - 0{,}085 = 0{,}212.$$

Die Differenz T′ — f wächſt von 17,139 (Tab. III Nr. III) auf 17,224 und die Differenz T — (T′ — f) ſinkt von

+ 0,273 auf + 0,188.

Im dritten Verſuch iſt st = 0,112, das corrigirte

$$f = 0{,}377 - 0{,}112 = 0{,}265.$$

Die Differenz T′ — f wächſt von 17,376 (Tab. III Nr. IV) auf 17,488 und die Differenz T — (T′ — f) ſinkt von + 0,264 auf + 0,152.

Man ſieht aus dieſen Berechnungen, daſs die Einſchlieſsung von Stromabeſtandtheilen durch den Faſerſtoff es zwar mit ſich bringt, daſs der Werth T′ — f zu klein ausfällt, aber dieſer Fehler an ſich iſt ſo klein, daſs er ſelbſt unter den denkbar höchſten Annahmen bei weitem nicht hinreicht, um die von uns beobachtete conſtante Differenz zwiſchen den Werthen T′ — f u. T zu erklären.

Nun iſt aber klar, daſs in unſeren Verſuchen die drei eben beſprochenen Fehlerquellen, 1) die Waſſerverdunſtung beim Defibriniren; 2) die Körperchenarmuth des vom Faſerſtoff eingeſchloſſenen Blutes, und 3) der Gehalt des Faſerſtoffes an unlöslichen Stromabeſtandtheilen, ſtets zuſammengewirkt haben; es fragt ſich deshalb, ob daraus nicht eine Geſammtfehlerquelle reſultirt, die groſs genug wäre die conſtanten Differenzen zwiſchen T u. T′ — f zu erklären. Wir wollen verſuchen auch dieſe Rechnung in unſern drei Beiſpielen auszuführen.

Hierbei iſt nun aber zu berückſichtigen, daſs wir zwar für die in Betreff des Körperchengehaltes veränderte Beſchaffen-

heit des vom Faserstoff eingeschlossenen Blutes, in unsern Versuchen selbst, die nöthigen Rechnungsdaten finden; ebenso können wir den Verdunstungsfehler, da das Defibriniren auch in diesen Versuchen 10 Minuten dauerte mit einiger Wahrscheinlichkeit zu 0,35 % des Blutgewichtes annehmen. Für die Berechnung des vom Faserstoff eingeschlossenen Gewichts von Stromabestandtheilen fehlen uns aber alle Anhaltspunkte, da wir hierbei unmöglich von der übermaximalen Annahme, welche uns zur Durchführung der eben ausgeführten Rechnungen gedient haben, ausgehen können. Es ist hierbei noch besonders zu berücksichtigen, dass wir durchaus nicht angeben können, wie gross der Blutkörperchendefect in dem vom Faserstoff eingeschlossenen Blute ist. Deshalb werde ich in meinen drei obigen Versuchen zuerst den Verdunstungsfehler eliminiren, dann den durch die veränderte Zusammensetzung des im Faserstoff eingeschlossenen Blutes bedingten. Durch beides wird offenbar der Werth von T und ebenso auch die Differenz von T — (T′ — t) verkleinert werden; vom Rest derselben lässt sich dann leicht schätzen, ob er einzig nur von den im Faserstoff eingeschlossenen Stromabestandtheilen abgeleitet werden kann, oder ob noch eine vierte Fehlerquelle existiren muss.

Nehmen wir im ersten Versuch an, es habe überhaupt keine Verdunstung beim Defibriniren stattgefunden d. h. beziehen wir die betreffenden Wägungsergebnisse nicht auf 100, sondern auf 100,35 grm. Blut und berechnen hiernach die prozentischen Werthe, so erhalten wir

T = 21,617 (statt 21,693) grm.
f = 0,222 (statt 0,223) grm.

Der feuchte bluthaltige Faserstoff beträgt dann 2,217 (statt 2,225) grm. Das eingeschlossene Blut 2,217 — 0,222 = 1,995 (statt 2,002) grm. Der Trockenrückstand des er-

ſteren 0,484 (ſtatt 0,486) und derjenige des eingeſchloſſenen Blutes 0,484 — 0,222 = 0,262 (ſtatt 0,263) was 13,233 % ausmacht.

Bei der zweiten Correctur können wir, da alle obigen Zahlen Prozente ausdrücken wieder von 100 grm. Blut ausgehen. Es geben nämlich 100 + 1,995 grm. defibrinirtes Blut einen Rückſtand von 21,617 + 0,264 grm., was 21,453 % ausmacht. Der Rückſtand des Geſammtblutes minus dem Faſerſtoff war aber in dieſem Verſuch 21,302, alſo bleibt zu Gunſten des defibrinirten Blutes immer noch eine Differenz von 0,151 grm. übrig. Soll dieſe Differenz von den im Faſerſtoff zurückgebliebenen unlöslichen Stromabeſtandtheilen abgeleitet werden, ſo müſsten 0,222 grm. Faſerſtoff 0,151 grm. der letzteren enthalten und da der feuchte Faſerſtoff 1,995 grm. Blut enthält, ſo müſste dieſes Blut ſeinerſeits 0,151 grm. d. h. 7,569 % an Stromabeſtandtheilen und zwar allein an unlöslichen enthalten haben. Nun haben wir aber geſehen, daſs ſelbſt unter den höchſten Annahmen die Summe der löslichen und unlöslichen Stromabeſtandtheile zuſammen nur 3,55 % des Blutes ausmachen können; dazu kommt, daſs das vom Faſerſtoff eingeſchloſſene Blut ein jedenfalls ſehr körperchenarmes iſt; es iſt alſo ganz unmöglich die, nach Berückſichtigung der Waſſerverdunſtung und der veränderten Zuſammenſetzung des vom Faſerſtoff eingeſchloſſenen Blutes, übrig bleibende Differenz allein von den im Faſerſtoff enthaltenen unlöslichen Stromabeſtandtheilen abzuleiten; es muſs noch eine vierte, bei der Erzeugung dieſer Differenz, mitwirkende Urſache geben.

Im zweiten Verſuch erhalten wir nach Eliminirung des Verdunſtungsfehlers (0,35 %) zunächſt folgende Werthe:

$$T = 17{,}351\ \%,$$
$$f = 0{,}296\ \%.$$

Für die übrigen Werthe haben wir dann:

Der feuchte Faserstoff = 2,862 %, das Trockengewicht desselben 0,647 %, demnach das vom ersteren eingeschlossene Blut = 2,862 — 0,296 = 2,566 % und das Trockengewicht desselben = 0,647 — 0,296 = 0,350 %. Der Rückstand dieses Blutes beläuft sich also auf 13,679 %. Demnach geben 102,566 grm. defibrinirten Blutes einen Rückstand von 17,351 + 0,351 = 17,702, was 17,259 % ausmacht.

T' — f war in diesem Versuche aber = 17,139, also beträgt die Differenz immer noch + 0,120. Es müssten also 0,296 grm. Faserstoff 0,120 grm., beziehungsweise müssten 2,566 grm. vom Faserstoff eingeschlossenen Blutes 0,120 grm., das sind 4,676 %, unlöslicher Stromabestandtheile enthalten, was gleichfalls unmöglich erscheint.

Im dritten Versuch erhalten wir, nach Correctur, zunächst des Verdunstungsfehlers folgende Werthe:

$$T = 17{,}578\ \%,$$
$$f = 0{,}376\ \%,$$

feuchter Faserstoff 3,421 %, das Trockengewicht desselben 0,798 %, also das vom ersteren eingeschlossene Blut = 3,045 % und das Trockengewicht desselben = 0,422 %. (Der Rückstand dieses Blutes beläuft sich also auf 13,859 %.)

103,045 grm. defibrinirten Blutes geben also einen Rückstand von 17,578 + 0,422 grm., was 17,468 % ausmacht. T' — f war aber in diesem Versuche = 17,376, also ist T — (T' — f) immer noch = + 0,092. In 0,376 grm. trockenem Faserstoff, beziehungsweise in 3,045 grm. eingeschlossenem Blut, müssten also 0,092 grm. unlöslicher Stromabestandtheile enthalten sein, was mit Bezug auf das Blut 3,021 % ausmacht; unter Berücksichtigung der erwähnten Umstände erscheint auch dies nicht möglich.

Wir kommen alſo zu dem Reſultate, daſs es auſser den drei genannten Urſachen, noch eine vierte geben muſs, welche die conſtante Gewichtsdifferenz zwiſchen T und T′ — f verſchuldet. Stellen wir nun dieſe Differenzen, wie ſie von vornherein und wie ſie nach Anbringung der beiden ſo eben ausgeführten Correcturen (betreffend den durch die Verdunſtung und den durch die veränderte Zuſammenſetzung des vom Faſerſtoff eingeſchloſſenen Blutes, bedingten Fehler) ſich darſtellen, unter der Bezeichnung a und b einander gegenüber, ſo finden wir in

| | a | b | $\frac{b}{a}$ |
|---|---|---|---|
| Verſ. I | + 0,391 | + 0,151 | + 0,39 |
| Verſ. II | + 0,273 | + 0,120 | + 0,44 |
| Verſ. III | + 0,264 | + 0,092 | + 0,35 |

Es ergiebt ſich alſo, daſs die nach dieſen Correcturen übrigbleibenden Differenzen noch immer mehr als ein Drittheil von dem urſprünglichen betragen; der Fehler, welcher durch die im Faſerſtoff zurückbleibenden unlöslichen Stromabeſtandtheile dargeſtellt wird, iſt gewiſs ein ſehr kleiner, aber ſoviel wird er immerhin bewirken, daſs wir annehmen dürfen, daſs nach Beſeitigung deſſelben die übrigbleibende Differenz etwa auf $^1/_3$ des urſprünglichen Gewichts reducirt wird. Für dieſen Reſt hätte man ſich alſo nach einer vierten Fehlerquelle umzuſehen.

Worin ſoll nun dieſe Fehlerquelle beſtehen? Ich ſehe nur folgende Möglichkeiten:

entweder 1) das defibrinirte Blut hält die letzten Spuren von Waſſer energiſcher zurück beim Trocknen, als das nicht defibrinirte, oder 2) das defibrinirte Blut nimmt beim Trocknen irgend etwas aus der Atmoſphäre auf (Sauerſtoff?) beziehungsweiſe das ungeronnene Blut verliert dabei irgend etwas an die Atmoſphäre.

Beide Möglichkeiten fetzen voraus, dafs durch das Defibriniren eine Veränderung in irgend welchen Beftandtheilen der Blutkörperchen oder des Bultplasma herbeigeführt wird.

Durch das Defibriniren wurde aber in v. Götfchel's und meinen Verfuchen zweierlei bewirkt und zwar 1) die Fibrinausfcheidung und 2) die Umwandlung von venöfem in arterielles Blut.

Dafs in der Fibrinausfcheidung eine doppelte Fehlerquelle gegeben ift, infofern der feuchte Faferftoff Blut von veränderter Zufammenfetzung und der ausgewafchene trockene Faferftoff die unlöslichen Stromabeftandtheile der rothen Blutkörperchen einfchliefst, haben wir bereits gefehen. Wie der Vorgang der Faferftoffausfcheidung noch in einer dritten Weife eine abfolute oder relative Erhöhung der Rückftandsziffer des defibrinirten Blutes herbeiführen kann, vermag ich mir nicht abzuleiten. Eine Beobachtung v. Götfchel's fpricht aber dafür, dafs beim Defibriniren des Blutes eine Fehlerquelle zur Wirkung kommt, welche mit dem Procefs der Faferftoffgerinnung felbft nichts zu thun hat. Ich weife in diefer Beziehung auf v. Götfchel's Verfuch V hin.[1])

Die letzte in diefem Verfuch nach der Jaucheinjection der ven. jug. ext. entnommene Blutprobe gerann nämlich trotz 10 minutenlangen Umrührens überhaupt gar nicht und blieb auch bei weiter fortgefetzter Beobachtung dauernd flüffig; dennoch ift der Rückftand des Gefammtblutes kleiner als derjenige des defibrinirten. Erfterer betrug 20,207 % letzterer 20,475 %. Die Differenz ift + 0,268. v. Götfchel bezieht auch diefe Differenz einzig auf den Wafferverluft beim Umrühren des Blutes; derfelbe aber hätte alsdann

1) v. Götschel. Inaug. Diss. 1883 Dorpat, pag. 57.

1,31 % des Blutgewichtes betragen müſſen, was umſomehr unmöglich erſcheint, als der Defibrinirungsverſuch auch dieſes Mal nur 10 Minuten gedauert hatte. Nehmen wir ſtatt deſſen an, der factiſche Waſſerverluſt habe auch in dieſem Verſuch 0,35 % betragen, ſo ſinkt die hiernach corrigirte Rückſtandsziffer des defibrinirten Blutes von 20,475 auf 20,404, alſo um 0,71; ſie bleibt aber immer noch um 0,197 höher als die Rückſtandsziffer des Geſammtblutes. Und doch konnte hier, abgeſehen von der Waſſerverdunſtung, keine der beiden anderen bisher betrachteten Fehlerquellen zur Geltung gekommen ſein, da eine Faſerſtoffausſcheidung ja überhaupt gar nicht ſtattgefunden hatte. Es muſs alſo die Manipulation des Defibrinirens in irgend einer anderen Weiſe, und zwar unabhängig von der dabei ſtattfindenden Faſerſtoffausſcheidung, das Rückſtandsgewicht des Blutes beeinfluſst haben.

Beim Defibriniren wurde nun aber in unſeren Verſuchen das urſprünglich venöſe Blut arteriell, es wurde ſauerſtoffreicher und kohlenſäureärmer als es war. Es erſcheint nun möglich, daſs der Sauerſtoff reſp. ein Theil deſſelben im Dampf- oder Luftbade feſtere Verbindungen im Blute eingeht und dabei Subſtanzen erzeugt oder freimacht, welche entweder Waſſer energiſch zurückhalten, oder welche weiteren Sauerſtoff aus der Luft abſorbiren, oder welche endlich gewiſſe im Geſammtblute beim Abdunſtungs- und Trocknungsproceſs eintretende gasförmige Zerſetzungsvorgänge im defibrinirten Blute hemmen. Dadurch würde ein Gewichtsunterſchied in den betreffenden Rückſtänden erzeugt werden, der um ſo gröſser ausfallen müſste, je gröſser der Unterſchied im Sauerſtoffgehalt war. In den beiden erſten der drei obigen Fälle wäre die Rückſtandsziffer des defibrinirten,

im dritten diejenige des Gesammtblutes fehlerhaft und zwar würde sie dort zu hoch und hier zu niedrig ausfallen.

Es erhebt sich nun die Frage, welche von den beiden Werthen T′ — f u. T als der richtigere in die Rechnung einzuführen ist. v. Goetschel hat sich des ersteren bedient, und wenn er auch in Betreff der, die Differenz zwischen beiden Werthen bewirkenden Fehlerquelle von einer falschen Voraussetzung ausging, so ergeben die vorstehenden Untersuchungen, dass er mit seinem Verfahren der Wahrheit näher gekommen ist, als wenn er den Werth T benutzt hätte. Die Differenz T′ — f ist zwar auch fehlerhaft und zwar ist sie schon wegen der unlöslichen vom getrockneten Faserstoff eingeschlossenen Stromabestandtheilen zu klein, aber dieser Fehler ist sicherlich sehr unbedeutend, während, wie wir gesehen haben, etwa $^2/_3$ der ganzen zwischen T u. T′ — f bestehenden Differenz, vielleicht aber sogar die ganze, dem ersteren nämlich T als Fehler zur Last fällt.

Ich werde mich demnach gleichfalls nicht der Rückstandsziffer des defibrinirten Blutes bei meinen Rechnungen bedienen, ebensowenig aber auch der um das Fibringewicht verminderten Rückstandsziffer des Gesammtblutes; denn letztere Differenz ist jedenfalls an sich schon, wenn auch nur um ein geringes, zu klein; falls aber das dritte, nach seiner Ursache noch nicht erklärte Drittel der Differenz T — (T′ — f), dem Trockenrückstand des Gesammtblutes, also dem Werthe T′ zur Last fällt, so würde der Fehler schon beträchtlich werden. Ich halte es für das sicherste eine Gröfse zu wählen, welche zwischen den beiden Extremen, zwischen zu klein und zu grofs, liegt und werde deshalb an der Hand meiner bisherigen Erfahrungen so verfahren, dass ich $^2/_3$ von der zwischen T u. T′ — f bestehenden Differenz von T abziehen resp. $^1/_3$ derselben zu T′ — f hinzu addire. Die Ziffer für

den, aus dem defibrinirten Blute gewonnene Rückſtand der rothen Blutkörperchen in 100 grm. Blut werde ich alsdann natürlich proportional T verkleinern.

Ich habe mich mit dieſem Gegenſtand ſo ausführlich befaſst, weil ein Fehler von der Gröſse der conſtanten vorkommenden Differenzen zwiſchen den Werthen T u. T′ — f, ſo klein er erſcheint, wenn man ihn nur mit Rückſicht auf dieſe Werthe ſelbſt betrachtet, doch in der Rechnung beträchtliche Ungenauigkeiten in der Feſtſtellung des Gewichtes der Blutkörperchen und ihres Rückſtandes bewirkt; er macht ſich aber nur fühlbar, wo es ſich um die Ermittlung abſoluter Gröſsen handelt. Wo dagegen, wie in der Arbeit von v. Götſchel, die Unterſuchung nur bezweckt die Veränderungen zu ermitteln, welche dieſe Gröſse durch irgendwelche äuſsere Eingriffe, wie z. B. durch Injection jauchiger Flüſſigkeiten, erleiden, da erſcheint es ziemlich gleichgültig, ob man T oder T′ — f oder einen zwiſchenliegenden Werth in Rechnung bringt, die eingetretenen Veränderungen zeigen ſich in jedem Falle. Um dieſe Behauptung zu beweiſen, entnehme ich der v. Götſchel'ſchen Arbeit die Tabelle C zum Verſuch V (l. c. pag. 60), welche die auf Grundlage des Werthes T′ — f berechneten Reſultate enthält. Auf dieſe laſſe ich eine zweite folgen, in welche ich die auf Grundlage von T berechneten Reſultate deſſelben Verſuches aufnehmen werde. An dieſe letztere ſchlieſse ich die Betrachtungen an, welche v. Götſchel über dieſen Verſuch anſtellt und zwar wörtlich, mit Ausnahme natürlich der im Text vorkommenden, aus der Tabelle entnommenen Zahlen, welche ich durch die meinigen erſetzen werde. Man wird finden, daſs jedes Wort des Textes auch auf meine Tabelle paſst, trotz der nicht unbeträchtlichen abſoluten Unterſchiede unſerer Zahlen. Dies

gilt, wie ich beiläufig bemerken will, von ſämmtlichen Verſuchen v. Götſchel's, welche ich alle von dieſem Geſichtspunkte aus umgerechnet habe. Nur die Angabe über die Körpertemperatur laſſe ich aus.

Grundlage T′ — f (v. Goetſchel.)

| Nummer der Blutabnahme. | b. | R. | Spec. Gew. | Rel. Hämoglobingehalt. | Relatives r. |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 31,561 | 34,798 | 1049,3 | 100,00 | 100,00 |
| II. | 36,090 | 36,435 | 1052,7 | 122,48 | 119,73 |
| III. | 42,994 | 34,732 | 1057,2 | 163,93 | 135,97 |

Grundlage T (Kupffer).

| Nummer der Blutabnahme. | b | R. | Spec. Gew. | Rel. Hämoglobingehalt. | Relatives r. |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 30,695 | 36,237 | 1049,3 | 100,00 | 100,00 |
| II. | 35,214 | 37,851 | 1052,7 | 122,48 | 119,83 |
| III. | 42,240 | 35,821 | 1057,2 | 163,93 | 136,03 |

Die unmittelbar an ſeine Tabelle ſich anſchlieſsenden Bemerkungen von v. Goetſchel lauten:

„Zunächſt ſehen wir, daſs ſämmtliche Werthe im Blute im Laufe der wenigen Stunden, um welche das Thier die Injection überlebte [1]) zu einer aufserordentlichen Höhe anwachſen, und zwar das Hämoglobin allen voran. Die einzige Ausnahme bildet der prozentiſche Rückſtand der rothen Blutkörperchen (R), welcher, nachdem auch er von der Blutprobe I zur Blutprobe II geſtiegen, von dieſer zur Blutprobe III wieder ſinkt."

„Das Geſammtgewicht der Blutkörperchen (b) [2]) wächſt bis zur Blutprobe II, von 30,695 bis 35,214, alſo um 14,72 % (14,35 bei v. G.) Das Geſammtgewicht des

1) Die Injection von Janche fand zwiſchen dem ersten und zweiten Versuch statt.

2) b in Blutprobe I (30,695) ist hierbei gleich 100 gesetzt worden.

Blutes an feſter Blutkörperchen-Subſtanz (relat. r) aber wächſt viel raſcher, nämlich um 19.83 % (19,73 bei v. G.). Das erklärt ſich aus dem Umſtande, daſs, während die Menge der rothen Blutkörperchen zunimmt, ihre Concentration (R) ſich nicht gleich bleibt, ſondern gleichfalls wächſt."

„Das Geſammtgewicht der Blutkörperchen (b) in der Blutprobe III zeigt eine weitere Erhöhung um 22,89 % (21,88 bei v. G.), alſo verglichen mit der Blutprobe I im Ganzen um 37,61 % (36,23 bei v. G.); der Gehalt des Blutes an feſter Blutkörperchenſubſtanz hat um 36,03 % (35.97 bei v. G.) zugenommen. Dieſe annähernde Uebereinſtimmung (zwiſchen b und r) entſpricht dem Umſtande, daſs die Concentration der Blutkörperchen (R) in der Blutprobe III der in der erſten faſt genau gleich iſt."

„Aber nicht blos, daſs die Geſammtmenge der Blutkörperchen und damit der Gehalt des Blutes an feſter Blutkörperchenſubſtanz ſo aufserordentlich in Folge der Injection gewachſen iſt, ſondern dieſe Subſtanz hat zugleich auch ihre Zuſammenſetzung weſentlich geändert und zwar gerade im umgekehrten Sinne, als wir es in den vorhergehenden beiden Verſuchen beobachtet haben.

Während der auf das Blut bezogene prozentiſche Geſammtrückſtand der Blutkörperchen in der Blutprobe II eine Erhöhung um 19,83 % (19,73 bei v. G.) erfahren hat, beträgt die Zunahme des Oxyhämoglobingehalts des Blutes 22,48 % und während erſterer endlich in Blutprobe III 36,03 % (35,97 bei v. G.) gewachſen iſt, zeigt der Oxyhämoglobingehalt gar eine Zunahme um 63,93 %. In Folge der Jaucheinjection wurden alſo die Blutkörperchen in dieſem Verſuche hämoglobinreicher und ſtromaärmer."

„Die Aenderungen des ſpec. Gewichts entſprechen wiederum dem Wachsthum des Hämoglobins, nächſt dem

demjenigen des Geſammtrückſtandes der Blutkörperchen (r). Der letztere zeigt von der Blutprobe I zur Blutprobe II eine ſtärkere Zunahme, als von der Blutprobe II zur Blutprobe III; umgekehrt verhält es ſich mit dem Hämoglobin, und gerade wie das Hämoglobin, wächſt auch das ſpecifiſche Gewicht."

Man ſieht die durch die Jaucheinjection bewirkte Blutveränderung tritt gleichmäſsig hervor, ob man den zu groſsen Werth T oder den zu kleinen Werth T′ — f der Rechnung zu Grunde legt. Näher als dieſe beiden Werthe wird aber jedenfalls ein zwiſchen ihnen liegender der Wahrheit kommen.

---

## II. Beſtimmung des Abſorptionsverhältniſses beim Hundehämoglobin.

Die zu dieſen Beſtimmungen erforderlichen Blutkryſtalle gewann ich aus dem Hundeblut durch Auflöſen des aus der placenta ſanguinis erhaltenen, möglichſt ſerumarmen Blutes in 4—5 Theilen Waſſer und Zuſatz von $^1/_5$—$^1/_4$ vol. Alkohol. In der Kälte erſtarrte die ganze Maſſe nach ein paar Tagen zu einem ſteifen Kryſtallbrei. Derſelbe wurde durch Leinwand filtrirt, der Rückſtand mehrfach mit eiskaltem, ſtark verdünntem Alkohol ausgewaſchen, dann in eine Schale gebracht, in Waſſer unter Zuſatz ſehr geringer Mengen einer titrirten $NH_3$löſung aufgelöſt, darauf mit einer titrirten, entſprechend verdünnten Salzſäurelöſung neutraliſirt, etwa $^1/_5$ vol. ſtarken Alkohols zugeſetzt und die Löſung wiederum der Kälte ausgeſetzt. In derſelben Weiſe verfuhr ich das dritte Mal.

Die auf dieſe Weiſe gereinigten Kryſtalle wurden darauf im Laufe von 1—2 Stunden mehrfach mit eiskalten

etwas Alkohol enthaltendem Waſſer dekantirt, dann auf ein Filtrum gebracht, hier, ohne Rückſicht auf die eintretenden Verluſte, noch mehrfach mit kaltem Waſſer gewaſchen, dann der Rückſtand im Ueberſchuſs in Waſſer, das Zimmertemperatur hatte, gebracht, hierin unter wiederholtem Aufrühren der Kryſtalle ein paar Stunden ſtehen gelaſſen und ſchlieſslich filtrirt.

Das Filtrat erwies ſich aber ſtets als zu concentrirt zu den ſpectrophotometriſchen Beſtimmungen, es muſste deswegen noch weiter verdünnt werden. Ich beſtimmte nun an einigen Proben in welchem Verhältniſs die Verdünnung ſtattfinden muſste, damit diejenige Concentration erreicht werde, von welcher an ich in abſteigender Linie meine photometriſchen Beſtimmungen beginnen wollte. Dieſe obere Concentrationsgrenze der zur Ermittelung der Exſtinctionscoefficienten benutzten Kryſtalllöſung wurde natürlich mittelſt des von mir benutzten Spectrophotometers beſtimmt; ich verdünnte meine Kryſtalllöſung ſoweit mit Waſſer, bis der Winkel des Theilkreiſes bei Anwendung des von mir ein für alle Mal feſtgeſtellten Spektralbezirkes ca. 70° betrug.

In einem kleinen gewogenen Ballon mit Glasverſchluſs wurden nun 40 Ccm. Waſſer, welches 0,023 % kohlenſaures Natron enthält, gebracht und gewogen, darauf die durch die eben erwähnten Verſuche ermittelte, erforderliche Quantität der Blutkryſtalllöſung mittelſt einer Pipette hinzugefügt und wieder gewogen. Ich kannte alſo jetzt das Geſammtgewicht der Löſung im Ballon ſowie dasjenige ihrer beiden Beſtandtheile, der verdünnten kohlenſauren Natronlöſung und der zugeſetzten Blutkryſtalllöſung. Jetzt wurde eine gewiſſe Quantität (ca. 10 % der ganzen Löſung) mittelſt einer Pipette zur Beſtimmung des Exſtinctionscoefficienten herausgenommen, der Verluſt durch Wägung beſtimmt, ſogleich

mit der, mittlerweile ausgewaſchenen Pipette durch die entſprechende Quantität der kohlenſauren Natronlöſung erſetzt, vorſichtig geſchwenkt und wieder gewogen. Zum zweiten Mal wurde dieſelbe Menge der Blutfarbſtofflöſung, wie das erſte Mal zur ſpectrophotometriſchen Beſtimmung mittelſt einer Pipette herausgehoben, der Reſt gewogen, der Verluſt erſetzt, gewogen etc. bis ich eine Reihe von 5 Präparaten in regelmäſsig ſteigender Verdünnung behufs Ermittlung des Exſtinctionscoefficienten gewonnen hatte. Durch eine einfache Rechnung ergab ſich nun der Gehalt dieſer Präparate an Blutkryſtalllöſung, aber die Rechnung baſirte nicht auf volumetriſche Beſtimmungen, ſondern auf Wägungen. Die Pipette diente mir nur zur Erleichterung meines Verfahrens. Der Hals des Kölbchens darf nicht zu eng ſein, damit die Pipette ſeine Innenwand beim Hinein- und Herausführen nicht berührt, wobei leicht ein Tropfen der Blutfarbſtofflöſung oder der kohlenſauren Natronlöſung am Halſe hängen bleibt und die Wägung beeinträchtigt wird. Ich bemerke, daſs ich den Exſtinctionscoefficienten meiner Präparate, ſofort nach dem Herausheben derſelben aus dem Kölbchen beſtimmte, weshalb die Arbeit an der Wage von einem zuverläſſigen Gehilfen ausgeführt wurde; ferner, daſs ſie vor dieſer Beſtimmung mit Luft geſchüttelt wurden, was übrigens mehrfach auch ſchon mit der concentrirten Kryſtalllöſung ſelbſt vor der Wägung geſchehen war. Als richtigen Exſtinctionscoefficienten benutzte ich in dieſen ſo wie in allen ſpäteren Verſuchen das Mittel von zehn Beſtimmungen. Es bedürfte jetzt nur noch der Beſtimmung des Rückſtandes in der zur Herſtellung dieſer Präparate benutzten concentrirten Kryſtalllöſung, um zu ermitteln, wieviel jedes derſelben an feſter Kryſtallſubſtanz enthielt. Der Reſt der urſprünglichen Kryſtalllöſung wurde deshalb in einer Platinſchale gewogen, im Vacuum über Schwe-

felsäure getrocknet, wobei der scheinbar schon trockene Rückstand noch einige Tage im Vacuum verblieb und schliefslich das Trocknen anfangs bei nahezu 100°, dann bei 115—120° fortgesetzt. Das Trocknen in der Wärme dauerte 24 Stunden. Hieran schlofs sich die Wägung des Rückstandes. Ein Apparat zum Trocknen im Wasserstoffstrom stand mir leider nicht zu Gebote.

Der Gehalt meiner Präparate an Oxyhämoglobin, d. h. ihre Concentration (c) war nun leicht ermittelt und konnte zusammen mit dem entsprechenden Exstinctionscoefficienten zur Bestimmung des Absorptionsverhältnisses dienen.

Der von mir benutzte Apparat war der neue Hüfnersche, derselbe mit welchem auch v. Götschel gearbeitet hatte. Nachdem ich mich etwa 5 Wochen lang im Gebrauch desselben geübt hatte, stellte ich ihn mir ein für alle Mal für meine ganze Versuchsreihe so ein, dafs der Schieber der linken Seite in Normalstellung blieb, während der der rechten Seite um einen Theilstrich der Führungstheilung nach rechts verrückt wurde, der Zeiger der horizontalen Skala auf 69,9 zeigte und der Compensationskeil von Rauchglas den Unterschied der Lichtintensität in den beiden übereinanderliegenden Spectralfeldern fast ausglich.

Vorher hatte ich mittelst der Fraunhofer'schen Linie E festgestellt, dafs ein Theilstrich der Führungstheilung äquivalent ist 8,73 Graden der horizontalen Skala. Ferner fand ich, dafs bei Einstellung genau auf die Mitte des Gesichtsfeldes, die Mitte des Fraunhofer'schen Linienpaares D bei 54 und die Linie E bei 82,28 auf der horizontalen Skala lag, so dafs die Differenz zwischen D und E 28,28 Graden dieser Skala und demnach die Breite des Ausschnittes 30,87 Fraunhofer entsprach. Bei der von mir ein für alle Mal gewählten Einstellung, bei welcher der horizontale Zeiger auf 69,9

zeigte und der rechte Schieber um einen Theilſtrich der Führungslinie nach rechts verrückt, der linke aber in Normalſtellung geblieben war, überſah ich alſo den Spektralbezirk D 56 E – D 87 E, welcher in der Region des zweiten Blutbandes liegt [1].

Wenn ich 0,30 — 0,35 Ccm. Hundeblut (von verſchiedenen Thieren) mit 40 Ccm. Waſſer verdünnte und dann die Exſtinctionscoefficienten bei der von mir gewählten Einſtellung des Apparates beſtimmte, ſo fand ich in einigen Vorverſuchen, daſs dieſelben einem Winkel entſprachen, welcher zwiſchen 60 und 70° lag. Deshalb wollte ich auch das Abſorptionsverhältniſs immer innerhalb dieſer Grenzen beſtimmen.

In der folgenden Tabelle ſtelle ich die Ergebniſſe einer ſolchen Beſtimmung zuſammen. Das Blut war dreimal kryſtalliſirt worden und die Concentration nimmt von Mal zu Mal um ca. 10% ab. Das Abſorptionsverhältniſs A iſt bekanntlich $= \frac{c}{\varepsilon}$. Ich füge auch die Winkel ($\varphi$) hinzu.

| $\varphi$ | c | $\varepsilon$ | A |
|---|---|---|---|
| 69°26′ | 0,1329 | 0,90866 | 0,1463 |
| 67°21′ | 0,1208 | 0,82886 | 0,1457 |
| 64°13′ | 0,1097 | 0,72308 | 0,1517 |
| 61°41′ | 0,0997 | 0,64782 | 0,1535 |
| 58°43′ | 0,0855 | 0,57338 | 0,1491 |
| | | Mittel | 0,1493 |

1) v. Goetschel gibt an, dass die Differenz zwischen D u. E an unserem Apparat 34,5° der horizontalen Skala entsprochen habe; ich vermuthe jedoch, dass er die Linie E mit der Linie b verwechselt hat. In diesem Falle ist seine Angabe über die von ihm benutzte Spektralregion unrichtig, was aber deshalb für seine Versuche nicht von Bedeutung ist, als er thatsächlich stets in derselben Region seine Blutlösung untersucht hat und durch seine Exstinktionscoefficienten nur die relativen Aenderungen des Hämoglobingehaltes im Blute bestimmte.

Hieran fchliefse ich eine zweite Tabelle an, welche fich auf daffelbe, aber nur zweimal kryftallifirte Hundeblut bezieht, fodafs die betreffenden Beftimmungen einige Tage vor dem vorigen ftattfanden, deren Refultate die eben angeführte Tabelle enthält. Veranlafst wurde ich dazu durch die Reinheit und vortreffliche Ausbildung der Kryftalle zweiter Ausfcheidung. Auch hier nimmt die Concentration von oben nach unten ftetig um ca. 10% ab.

| $\varphi$ | c | $\varepsilon$ | A |
|---|---|---|---|
| 69°50′ | 0,1277 | 0,92498 | 0,1381 |
| 67°16′ | 0,1160 | 0,82582 | 0,1405 |
| 65°15′ | 0,1052 | 0,75628 | 0,1391 |
| 62°41′ | 0,0955 | 0,67654 | 0,1412 |
| 59°43′ | 0,0859 | 0,59466 | 0,1445 |
| | | Mittel | 0,1407. |

Nach diefen Beftimmungen fällt das Abforptionsverhältnifs, d. h. der Quotient $\frac{c}{\varepsilon}$ nach dreimaligem Kryftallifiren höher aus, als nach zweimaligem, während doch das Gegentheil zu erwarten war, da der Zähler der Bafis $\frac{c}{\varepsilon}$ ja um fo kleiner ausfallen mufs, je befser das Hämoglobin von Beimengungen befreit worden ift.

Ich hatte anfangs die Abficht auch das Pferdeblut zu analyfiren und beftimmte deshalb auch in diefem das Abforptionsverhältnifs des Oxyhämoglobins und zwar gleichfalls nach 2 und 3-maligem Kryftallifiren. Ich habe diefe Abficht aus Mangel an Zeit aufgegeben, führe aber die gefundenen Abforptionsverhältniffe hier an. Der Zeiger der horizontalen Skala ftand bei diefen Beftimmungen (welche denjenigen an Hundehämoglobin zeitlich vorausgingen), nicht auf 69,9, fondern auf 69,6. Deshalb find die Werthe von A wol alle etwas anders ausgefallen, als es der Fall gewefen wäre, wenn der Zeiger hier gleichfalls auf 69,9 ge-

ſtanden hätte. Aber da dies für beide am Pferdeblut angeſtellten Beſtimmungen gilt, ſo ſind die Reſultate durchaus unter einander vergleichbar. Ferner betragen die Concentrationsunterſchiede hier nicht 10 ſondern 5 %.

Aus der folgenden Tabelle erſieht man die Reſultate:

Nach 3-maliger Kryſtalliſation.

| $\varphi$ | c | $\varepsilon$ | A |
|---|---|---|---|
| 71°26′ | 0,1603 | 0,99404 | 0,1613 |
| 70°7′ | 0,1527 | 0,93678 | 0,1630 |
| 68°30′ | 0,1451 | 0,87184 | 0,1664 |
| 66°58′ | 0,1385 | 0,81506 | 0,1699 |
| 65°29′ | 0,1318 | 0,76400 | 0,1725 |
| | | | Mittel 0,1666 |

Nach 2-maliger Kryſtalliſation deſſelben Blutes

| $\varphi$ | c | $\varepsilon$ | A |
|---|---|---|---|
| 70°16′ | 0,1454 | 0,94318 | 0,1542 |
| 69°5′ | 0,1384 | 0,89464 | 0,1547 |
| 67°44′ | 0,1318 | 0,84290 | 0,1564 |
| 66°23′ | 0,1254 | 0,79454 | 0,1578 |
| 64°59′ | 0,1193 | 1,74756 | 0,1596 |
| | | | Mittel 0,1565 |

Wiederum zeigt ſich, daſs das Abſorptionsverhältniſs nach 3maligem Kryſtalliſiren des Hämoglobins höher ausfallt, als nach 2maligem; der Unterſchied beträgt + 6,5 % beim Hundehämoglobin betrug er + 6,1 %. Da die Berechnung der abſoluten Oxyhämoglobin-Menge darauf beruht, daſs die im betreffenden Blute gefundenen Exſtinctionscoefficienten mit dem Abſorptionsverhältniſse als conſtantem Faktor multiplicirt werden, ſo würde ein Fehler von über 6 % in dieſem Faktor eben auch den gleichen Fehler in der Hämoglobinbeſtimmung herbeiführen. Es erhebt ſich

alſo die Frage, welcher von den beiden, beim Hunde- ſowol als dem Pferdeblute gefundenen Werthen des Abſorptionsverhältniſſes das Richtigere iſt, oder doch der Wahrheit am nächſten kommt. Gehen wir davon aus, daſs das Hämoglobin nach 2 maliger Kryſtalliſation noch nicht ſo vollkommen von verunreinigenden Beimengungen befreit geweſen, wie nach 3 maliger, ſo müſste ſchon dort das Abſorptionsverhältniſs zu hoch ausfallen; finden wir nun trotzdem nach dreimaligem Kryſtalliſiren ein noch höheres Abſorptionsverhältniſs, als nach zweimaligem, ſo muſs die Lichtabſorption durch das Oxyhämoglobin während oder durch das Kryſtalliſiren eine Veränderung erleiden, durch welche die durch die fortgeſetzte Reinigung des Oxyhämoglobins bewirkte Verkleinerung des Zählers im Bruche $\frac{c}{\varepsilon}$ übercompenſirt wird. Damit haben wir aber einen zweiten Grund zu der Annahme, daſs ſchon nach 2 maligem Kryſtalliſiren, eben durch dieſen Vorgang ſelbſt, das Abſorptionsverhältniſs zu hoch ausgefallen iſt, aber es würde dem des nicht kryſtalliſirten Hämoglobins doch immer noch näher kommen, als das im dreimal kryſtalliſirten Blute gefundene.

Ein weiterer Grund für die Annahme, daſs alle meine für das Abſorptionsverhältniſs gefundenen Werthe zu hoch ſind, kann in dem Umſtande liegen, daſs ich die Rückſtände meiner Kryſtalllöſungen nicht im Waſſerſtoffſtrom getrocknet habe. Aber dies gilt eben von allen meinen Beſtimmungen und erklärt nicht die zwiſchen zwei- und dreimal kryſtalliſirtem Hämoglobin gefundenen Differenzen.

Von dieſer Ueberlegung ausgehend, habe ich in meinen weiteren, nur das Hundeblut betreffenden Verſuchen, den dem zweimal kryſtalliſirten Hämoglobin entſprechenden Werth des Abſorptionsverhältniſſes, als den kleinern, meinen Berechnungen der abſoluten Oxyhämoglobinmenge zu Grunde

gelegt, d. h. die Zahl 0,1407. Wir werden ſehen, daſs die Ergebniſſe dieſer Berechnungen zuſammengehalten mit den übrigen Reſultaten der Analyſe, es ſehr wahrſcheinlich machen, daſs auch dieſe Zahl noch zu groſs iſt, wenn auch nur vielleicht um ein Geringes.

Ich fühle ſelbſt, daſs die eben erwähnten Verſuche, welchen zufolge das kryſtalliſirte Oxyhämoglobin ein anderes Abſorptionsverhältniſs beſitzt, als das nicht kryſtalliſirte, einer Wiederholung reſp. einer Variirung und Prüfung bedürfen, bin aber dies zu thun nicht im Stande. Meine Blutanalyſen glaube ich aber doch mittheilen zu müſſen, da ſie, auch abgeſehen von den Hämoglobinbeſtimmungen von Intereſſe ſein dürften.

## III. Analyſen.

Ich werde mein Verfahren bei dieſen Verſuchen, da daſſelbe von v. Götſchel ſchon ausführlich beſchrieben iſt, nur kurz andeuten. Jede Blutabnahme (ſtets aus der vena jug. ext.) betrug etwa 50 Cm. Zunächſt wurden ſofort nach dem Aderlaſs mittelſt einer Pipette 4—5 Ccm. in einen Platintiegel von bekanntem Gewicht und 15 Ccm. in ein Reagensglas, das nur wenig mehr faſste, übergeführt. Letzteres wurde zugeſtöpſelt und zur Abſcheidung des Serums bei Seite geſtellt. Erſterer wurde mit ſeinem Inhalt gewogen und auf das Dampfbad geſtellt (zur Beſtimmung von T'), während deſſen defibrinirte ein Gehilfe den Reſt des Blutes; dann wurde das Gewicht des Blutes mit dem Faſerſtoff beſtimmt, der Faſerſtoff herausgenommen, ausgepreſst und zum Zwecke des Auswaſchens bei Seite geſtellt, von dem defibrinirten Blute 4—5 Ccm. zur Beſtimmung des Rück-

ſtandes (T) abgewogen und auch auf das Dampfbad gebracht, denn aus dem Hauptvorrath mittelſt einer graduirten 1 Ccm. faſsenden Pipette 0,32—0,34 Ccm. in das bereits erwähnte Glaskölbchen, in welchem ſich eine gewogene Menge $Co_2Na$-löſung von 0,023 % befand, gebracht (zur Beſtimmung von $\varepsilon$), ein Pyknometer, welches nahezu 9 grm. Waſſer faſste, gefüllt, beide gewogen, der Inhalt des Pyknometers zum übrigen zurückgegoſſen, von dieſem weiter 20 Ccm. abgemeſſen, gewogen und in den Cylinder der Centrifuge übergeführt (zur Beſtimmung von r). Das Serum erhielt ich aus dem Reagensglaſe nach eingetretener Contraction des Blutkuchens, was wenigſtens 24 Stunden dauerte. Das Waſchen der Blutkörperchen auf der Centrifuge fand wie bei v. Götſchel drei Mal ſtatt; in der einen gewogenen Hälfte des in Waſſer bis zum völligen Auflöſen der Blutkörperchen aufgenommenen Sediments, wurde der Gehalt an $SO_4Na_2$ beſtimmt, die andere Hälfte diente zur Beſtimmung des Trockenrückſtandes der Blutkörperchenlöſung; das Gewicht deſſelben minus dem berechneten Gehalt an $SO_4Na_2$ ergab den Trockenrückſtand der rothen Blutkörperchen.

Ich wich alſo in ſofern von v. Götſchel ab, als ich die zur Ermittelung des Exſtinctionscoefficienten in das Kölbchen übergeführte Blutquantität nicht volumetriſch, ſondern durch Wägung beſtimmte. Dividirt man das Gewicht der ganzen im Kölbchen enthaltenen verdünnten Blutlöſung durch dasjenige des Blutes, ſo erhält man die Verdünnungszahl des letzteren. Nennt man dieſe Verdünnungszahl v und den Hämoglobingehalt in 100 grm. Blut h ſo iſt $h = v.\ \varepsilon.\ 0{,}1407$, wobei die Zahl 0,1407 das von mir als richtig angenommene Abſorptionsverhältniſs des Hundehämoglobins bedeutet.

v. Goetfchel bediente fich zum Waſchen der Blutkörperchen des Schafes auf der Centrifuge einer $SO_4Na_2$-löſung von 1,5 %, bei dieſer Concentration der Salzlöſung war die über dem Sediment ſtehende Flüſſigkeit völlig klar und hämoglobinfrei. In einer Reihe von Vorverſuchen fand ich jedoch, daſs man beim Hundeblut zum ſelben Ziel erſt bei einer Concentration der Salzlöſung von 2 % gelangt; da auch eine 3 % Salzlöſung noch durchaus günſtig wirkte, ſo wählte ich für meine weiteren Verſuche eine Concentration von $2^1/_2$ %. Für das Pferdeblut fand ich die günſtigſte Concentration bei 1 %, denn daſſelbe hatte bei $1^1/_2$ und noch mehr bei 2 % Spuren von Hämoglobin an die Salzlöſung abgegeben. Die Blutarten verhalten ſich alſo in dieſer Hinſicht verſchieden.

Ferner beobachtete ich am Hundeblut, daſs eine Senkung der rothen Blutkörperchen in den concentrirten Salzlöſungen ſchneller von ſtatten ging, als in den diluirteren. Die Differenz im ſpec. Gewicht der Blutkörperchen und der Salzlöſung wächſt alſo (wahrſcheinlich nur bis zu einer gewiſſen Grenze) mit der Concentration der letzteren. Starke Contraction und Verdichtung der Blutkörperchen in den concentrirteren Salzlöſungen wird wol der Grund dieſer Erfahrung ſein.

Meine Analyſen haben einen ſo hohen Gehalt des geſunden Hundeblutes an rothen Blutkörperchen ergeben, nämlich 46,0 im erſten und 36,7 % im zweiten Verſuch, daſs ich es nicht für überflüſſig halte ſchon hier hervorzuheben, daſs daſſelbe ſich auch zugleich durch ein aufserordentlich hohes ſpec Gewicht auszeichnet. Zum Beweiſe deſſen ſtelle ich hier die Zahlen für einige von mir am Hunde- und Pferdeblut ausgeführten ſpec. Gewichtsbeſtimmungen zuſammen, indem ich die entſprechenden aus v. Goetfchel's

Arbeit entnommenen Zahlen für das Schafsblut, als dritte Reihe hinzufüge.

Specifiſches Gewicht des

| Hundeblutes | Pferdeblutes | Schafsblutes: |
|---|---|---|
| 1061,3 | 1051,8 | 1053,1 |
| 1058,5 | 1050,6 | 1050,5 |
| 1061,0 | 1050,1 | 1049,3 |
| 1053,2 | 1049,6 | 1048,9 |
| | 1044,0 | 1044,7. |

Die zwei letzten das Hundeblut betreffenden Zahlen ſind den beiden ſpäter auszuführenden analytiſchen Verſuchen entnommen. In dem zur fünften ſpec. Gewichtsbeſtimmung benutzten Pferdeblute wurden zugleich auch die Gröſsen T, T′, t und r beſtimmt und darnach der Gehalt deſſelben an rothen Blutkörperchen (b) berechnet. Ich fand b = 33,4.

Im geſunden Schafsblut ſchwankt nach v. Goetſchel's Angabe b zwiſchen 25,6 und 31,9.

Tabel

| Datum. | Nummer der Blutabnahme. | Zeit der Blutabnahme. | Prozent. Rückſtand des defibrinirten Blutes (T.) | Prozent. Rückſtand des Gesammtblutes (T′.) | Faserſtof prozent |
|---|---|---|---|---|---|
| 21. Juli | I. | $9^h15'$ | 21,939 | 21,688 | 0,104 |
| „ | | | $^3/_4$ 10 ca. 10 Ccm. Jauche inji | | |
| „ | II. | $12^h30'$ | — | — | — |
| „ | III. | $3^h15'$ | 21,171 | 21,016 | 0,096 |
| 22. Juli | IV. | $9^h30'$ | 20,548 | 20,394 | 0,249 |

Es folgen hier meine Verſuche:

### Verſuch I.

Hund von 14450 grm. Gewicht, ½ Stunde nach der erſten Blutabnahme wurden 10 Ccm. Jauche injicirt. Da der Hund keine Krankheitsſymptome zeigte folgte noch eine zweite Injection von 15 Ccm. Jauche eine Stunde nach der erſten. Die Wirkung der Injection war keine bedeutende, geringe Temperaturſteigerung, wenig Dyspnoe, Erbrechen und einige breiige Stühle. Die Temperatur ſtieg von 40,4 bis 41,7. Eine Stunde nach der zweiten Jaucheinjection wurden 4 Ccm. Blut abgenommen, nur zur Beſtimmung des Exſtinctionscoefficienten. Die dritte Blutabnahme zur Beſtimmung meiner zu berechnenden Werthe fand um 3¼ Nachmittags ſtatt, die vierte am folgenden Morgen um 9½. Es wurden jedesmal ca. 50 Ccm. entnommen. Der Hund hatte ſich am folgenden Morgen vollkommen erholt, ſo daſs man äuſserlich abſolut keine Krankheitsſymptome ihm anmerken konnte. Er friſst und trinkt mit Appetit. Der Hund bleibt am Leben. Die Reſultate ſtelle ich tabellariſch zuſammen. Die Tabelle geht ihrer Länge wegen über S. 48 und 49.

| $-(T'-f)$. | Prozentiſcher Rückſtand des Serum (t.) | Exstinctions-coefficient ($\varepsilon$). | Verdünnungs-zahl ($v$). | Rückſtand der Blutkörperchen in 100 grm. Blut (r). |
|---|---|---|---|---|
| + 0,355 | 8,237 | 0,90396 | 105,34 | 17,441 |
| d um 11½ 15 Ccm. | | | | |
| — | — | 1,09674 | 109,32 | — |
| + 0,251 | 7,649 | 0,94098 | 113,40 | 17,099 |
| + 0,403 | 7,637 | 0,90462 | 116,33 | 16,502 |

Corrigirt man nun die im vierten und letzten vertikalen Tabellenftabe enthaltenen Zahlen (T und r) fo erhält man folgende Werthe für diefelben:

Tabelle B.

| Nummer der Blutabnahme. | T | r |
|---|---|---|
| I | 21,702 | 17,253 |
| II | 21,004 | 16,964 |
| III | 20,279 | 16,286 |

Die Zufammenfetzung des Blutes findet man nun nach folgenden auf 100 grm. Blut bezogenen Formeln:

1) Gewicht der Blutkörperchen $= \frac{100\ (t + r - T)}{t} = b$
2) Gewicht des Serum $= 100 - b$
3) Gewicht des Hämoglobins $= \varepsilon.\ v.\ A = h$
4) Gewicht des Stroma $= r - h$
5) Gewicht des Serumrückftandes $= T - r$

Hieraus ergiebt fich die nachfolgende Ueberficht über die Zufammenfetzung des Blutes im vorliegenden Verfuche. Der Vollftändigkeit wegen fetze ich die corrigirten Werthe für den Gefammtrückftand der rothen Blutkörperchen (r) auch in diefe Tabelle, zugleich füge ich die Angaben über das fpezififche Gewicht des Blutes hinzu.

In 100 grm. defibrinirten Blutes find enthalten:

Tabelle C.

| Nummer der Blutproben. | Blutkörperchen. | Serum. | Gesammtrückstand d. rothen Blutkörperchen. | Hämoglobin. | Stroma. | Serumrückstand. | Spec. Gew. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 45,987 | 54,013 | 17,253 | 13,398 | 3,855 | 4,462 | 1061,0 |
| II. | — | — | — | 16,869 | — | — | — |
| III. | 47,183 | 52,817 | 16,964 | 15,014 | 1,950 | 4,040 | 1059,0 |
| IV. | 47,715 | 52,285 | 16,286 | 14,806 | 1,480 | 3,993 | 1057,5 |

Das Blutkörperchenprocent zeigt zwar ein fortfchreitendes Wachsthum, aber ihr Gefammtrückftand (r) nimmt nicht blos relativ, fondern auch abfolut ab, ebenfo der Rückftand des Serum, woraus fich die wachfende Abnahme des fpec. Gewichts erklärt. Unter diefen Umftänden kommt die abfolute Zunahme, welche der eine Beftandtheil des Gefammtrückftandes der rothen Blutkörperchen, das Hämoglobin, in Blutprobe III und IV gegenüber Blutprobe I zeigt, im fpec. Gewicht des Blutes nicht zum Ausdruck. In der zweiten, etwa eine Stunde nach der Injection abgenommenen Blutprobe, bemerken wir eine beträchtliche Zunahme des Hämoglobins, aber es fehlen hier alle übrigen Daten. Auch Götfchel und Mobitz fanden, dafs die durch die Injection bewirkte Blutveränderung mit einer fehr bald eintretenden Erhöhung des Exftinctionscoefficienten, alfo mit einer Zunahme des Hämoglobingehaltes beginnt. Zu denfelben Refultaten in Betreff der Blutkörperchen felbft gelangten Maifurianz [1]) und Heyl [2]) auf dem Wege ihrer Zählungen.

Die Zufammenfetzung der rothen Blutkörperchen ergiebt fich aus der folgenden Ueberfchrift:

Tabelle D.

In 100 grm. rother Blutkörperchen find enthalten:

| Nr. d. Blutprobe. | Gesammtrückstand. | Hämoglobin. | Stroma. |
|---|---|---|---|
| I | 37,517 | 29,135 | 8,382 |
| III | 35,954 | 31,820 | 4,134 |
| IV | 34,132 | 31,030 | 3,102. |

1) Inauguraldissertation. Dorpat 1882. pag. 37.
2) Inauguraldissertation. Dorpat 1882. pag. 60.

## Tabelle E.

100 grm. Blutkörperchenrückſtand beſtehen aus:

| Nr. d. Blutabnahme. | Hämoglobin. | Stroma. |
|---|---|---|
| I | 77,656 | 22,344 |
| III | 88,502 | 11,498 |
| IV | 90,912 | 9,088. |

Beim Ueberblicken dieſer Tabellen ſehen wir, daſs das Blut nach ſtattgehabter Injection von Jauche im Weſentlichen dieſelben Veränderungen zeigt, wie ſie v. Goetſchel unter denſelben Umſtänden bei Schafen beobachtete, nur ſind ſie, entſprechend dem ſehr wenig geſtörten Wohlbefinden des Thieres, bei weitem nicht ſo ausgeprägt, wie in v. Goetſchels Verſuchen, namentlich in ſeinem Verſuch V, in welchem ſchon 6½ Stunden nach der Injection der Tod eintrat. Der Oxyhämoglobingehalt ſteigt nach der Injection raſch an (um 25 %), um dann wieder zu ſinken, er ſteht aber auch noch am folgenden Tage über der Norm (um 10,5 %), das Blutkörperchenprozent zeigt eine ſtetige, aber nicht bedeutende Zunahme (von Blutprobe I bis IV nur um 4,1 %). Während ſo das Blutkörperchenprozent ſteigt, nimmt die Concentration des Serum (t) nicht zu, ſondern ab. Die Concentration der Blutkörperchen nimmt, während ſie ſich vermehren, ab und zwar nicht blos relativ, ſondern auch abſolut, wie die Zahlen im vierten vertikalen Stabe der Tabelle C und im zweiten der Tab. D. zeigen. Indem aber der Geſammtrückſtand der Blutkörperchen ſich vermindert, zeigt der eine Beſtandtheil deſſelben, das Oxyhämoglobin, die ſchon erwähnte Wachsthumcurve (Tab. C, D u. E), ſo daſs die Abnahme des erſteren ganz auf Rechnung des Stroma kommt, deſſen urſprüngliches Verhältniſs zum Oxyhämoglobin ſehr deutlich geſtört erſcheint (Tab. E).

Auch hier ſehen wir alſo in Folge der Injection nicht blos die Menge der Blutkörperchen, ſondern auch ihre Zuſammenſetzung ſich ändern. Die Annahme einer blos relativen Vermehrung der Blutkörperchen durch geſteigerte Transſudation im Organismus, reicht alſo zur Erklärung der Erſcheinungen nicht aus, ganz abgeſehen davon, daſs ein ſolcher Vorgang mit viel mehr Wahrſcheinlichkeit die Concentration der Blutflüſſigkeit erhöhen, als erniedrigen würde. Betrachten wir nun die zur erſten, vor der Injection abgenommenen Blutprobe gehörenden Zahlen, die uns alſo die Verhältniſſe im geſunden Blute ausdrücken, ſo fällt zweierlei auf, das hohe Blutkörperchenprozent und der Reichthum der Blutkörperchen am Stroma.

In erſterer Beziehung habe ich ſchon auf das hohe ſpec. Gewicht des Hundeblutes hingewieſen. Man beachte ferner, wie hoch ſämmtliche Zahlen im Vergleich mit den entſprechenden von v. Götſchel am Schafblut ermittelten ſind. Der Trockenrückſtand des defibrinirten Blutes (ohne Correctur) ſchwankt bei v. Goetſchel (mit Bezug auf das geſunde Blut) zwiſchen 15,05 und 17,05 %, während er in unſerem Verſuche ſich auf 21,939 beläuft. Der Trockenrückſtand der rothen Blutkörperchen in 100 grm. bewegt ſich dort zwiſchen den Grenzen 9,47 und 12,35, hier beträgt er 17,44; den Serumrückſtand des Hundeblutes endlich finden wir nicht kleiner, ſondern ganz entſprechend den beim Schafsblute gefundenen Zahlen. Zur Vervollſtändigung des Vergleiches führe ich hier zugleich die Ergebniſſe einer bereits kurz erwähnten Analyſe vom Pferdeblut an. Die ſpectrophotometriſchen Beſtimmungen fielen bei dieſen Verſuchen weg. Da auch die Faſerſtoffbeſtimmung unterblieb, ſo konnten T und r nicht in gewöhnlicher Weiſe corrigirt

werden, weshalb die berechneten Werthe von b etwas zu klein und von r etwas zu grofs find.

| | |
|---|---|
| Prozentifcher Rückftand des defibrinirten Blutes . | 17,236 |
| Rückftand der rothen Blutkörperchen in 100 grm. Blut | 12,538 |
| Prozentifcher Rückftand des Blutferums . . . . | 7,049 |
| Specififches Gewicht des Blutes . . . . . | 1049,6 |

Hieraus ergiebt fich:

| | |
|---|---|
| das Blutkörperchenprozent . . . . . | 33,351 |
| Rückftand der rothen Blutkörperchen . . . . . | 37,594 |

Man fieht, wie klein die Wägungsrückftände diefes Blutes verglichen mit denen des Hundeblutes find; abfolut und relativ am gröfsten ift diefer Unterfchied beim Rückftand der rothen Blutkörperchen (r), was ganz dem Unterfchied im berechneten Blutkörperchenprozent entfpricht, da der prozentifche Rückftand der rothen Blutkörperchen felbft (R) mit dem entfprechenden beim Hundeblut gefundenen Werthe faft genau übereinftimmt. In drei andern Verfuchen habe ich auch den Exftinctionscoefficienten beim Blute verfchiedener Pferde beftimmt.

Ich fand:

| Nummer des Pferdes. | $\varepsilon$. | $v$. | fpec. Gew. |
|---|---|---|---|
| I | 0,65584 | 110,84 | — |
| II | 0,61488 | 116,94 | 1044,0 |
| III | 0,64268 | 115,18 | 1051,8 |

Zur Berechnung des Oxyhämoglobingehaltes mittelft diefer Exftinctionscoefficienten benutzte ich gleichfalls das im 2 Mal kryftallifirten Pferdeblute erhaltene Abforptionsverhältnifs = 0,1565. Ich erinnere daran, dafs die Berechnung mit diefer Zahl jedenfalls einen kleineren Fehler mit fich bringt, da ich das Abforptionsverhältnifs des Pferdeblutes nicht ganz genau in der Spectralregion beftimmte, in welcher ich fpäter arbeitete,

die um ein Geringes dem violetten Ende näher lag. Doch wird dieſer Fehler ein ſehr unbedeutender ſein.

Die Berechnung ergiebt nun für den Procentgehalt des Pferdeblutes an Oxyhämoglobin in

| | |
|---|---|
| Verſuch I. | 11,377 |
| „ II. | 11,253 |
| „ III. | 11,588 |

Man ſieht, daſs auch dieſe Werthe beträchtlich hinter dem entſprechenden im Hundeblute gefundenen zurückbleiben (Tab. C. Stab 5).

Mit Rückſicht auf den groſsen Stromareichthum in der erſten Blutprobe könnte man auf den Gedanken kommen, die betreffende Zahl hätte dieſe Höhe erreicht, weil ich die kleinere von mir gefundene Zahl für das Abſorptionsverhältniſs des Hundehämoglobins bei Berechnung desſelben benutzt und deshalb eine zu kleine Zahl für das Oxyhämoglobinprozent erhalten habe. Ich habe darum die Rechnung für alle drei Blutproben wiederholt mit dem gröſseren Werth des Abſorptionsverhältniſſes (0,1493) und bin dabei zu folgender Zuſammenſetzung des Blutkörperchenrückſtandes gelangt. 100 grm. Blut beſtehen aus:

| Nr. d. Blutprobe. | Hämoglobin. | Stroma. |
|---|---|---|
| I | 82,402 | 17,598 |
| II | 93,911 | 6,089 |
| III | 96,469 | 3,531. |

Bei dieſer Berechnung fällt das Stromaprozent in allen drei Blutproben um ca. 5 % niedriger aus, als wir es früher gefunden (Tab. E); grade für die erſte Blutprobe macht dieſe Veränderung aber verhältniſsmäſsig wenig aus, während die entſprechenden Zahlen der zweiten und beſonders der dritten Blutprobe nun wieder auffallend klein erſcheinen, doch könnte man dies auf die krankhafte Veränderung dieſer bei-

den Blutproben beziehen. Entfcheidend für meine Wahl des Abforptionsverhältniffes waren nicht die Refultate dieſes Verſuches, ſondern, abgeſehen von den bereits angeführten Gründen, die des nächſtfolgenden.

Uebrigens läſst ſich aus v. Goetſchel's Verſuchen entnehmen, daſs auch bei Schafen ein groſser Stromareichthum der rothen Blutkörperchen vorkommt und zwar jedenfalls ein viel gröſserer als wir ihn hier beim Hunde beobachtet haben. Man überblicke folgende Zahlen, welche ſich ſämmtliche auf das vor der Jaucheinjection abgenommene Blut ſeiner fünf Thiere beziehen und behalte dabei im Auge, daſs der Oxyhämoglobingehalt des Blutes ſeinem Exſtinctionscoefficienten proportional iſt. Da v. Goetſchel ſtets in einer und derſelben Region des Spektrums gearbeitet hat und der Verdünnungsgrad des Blutes gleichfalls immer der gleiche war (141,056), ſo ſind die Exſtinctionscoefficienten des Blutes der verſchiedenen Thiere unter einander vergleichbar. Die Nummern in der Tabelle entſprechen denen der v. Goetſchel'ſchen Arbeit, ich habe ſie nur anders geordnet. Die Exſtinctionscoefficienten gebe ich dreiſtellig

| Nr. d. Thiers. | Rückstand d roth. Blutk. in 100 grm. Blut. | |
|---|---|---|
| V. | 12,047 | 0,549 |
| I. | 11,308 | 0,516 |
| III. | 10,903 | 0,487 |
| II. | 9,374 | 0,395 |
| IV. | 10,983 | 0,315. |

Man ſieht, daſs in den drei oberen Querſtäben der Tabelle zwiſchen dem geſammten Blutkörperchenrückſtand und dem Exſtinctionscoefficienten eine faſt genaue Proportionalität beſteht; etwas zu Ungunsten des Exſtinctionscoefficienten geſtört erſcheint ſie ſchon im vierten Querſtabe, vielmehr aber im letzten. Im Verſuche V und III ſind die

Werthe des Blutkörperchenrückſtandes faſt gleich. Nehmen wir nun an, daſs im Verſuch III die Blutkörperchen ſo arm an Strome geweſen, daſs daſſelbe ganz vernachläſſigt worden und der Blutkörperchenrückſtand als nur aus Hämoglobin beſtehend angeſehen werden dürfte und demnach der Exſtinctionscoefficient 0,487 einem Hämoglobingewicht von 10,903 entſpräche, ſo ergiebt ſich für den Verſuch V, in welchem der Exſtinctionscoefficient 0,315 war ein Hämoglobingewicht von 7,052. Der Geſammtrückſtand der Blutkörperchen in dieſem Verſuch beträgt aber 10,983 grm, er beſteht alſo aus 64,2 % Oxyhämoglobin und 35,8 % Stroma. Da nun aber ganz ſicher iſt, daſs die Hämoglobinziffer in Verſuch III. kleiner als 10,903 iſt, ſo können wir auch mit abſoluter Sicherheit behaupten, daſs der Rückſtand der Schafblutkörperchen im Verſuch V. aus mehr als 35,8 % Stroma und weniger als 64,2 % Hämoglobin beſtanden habe.

Es war gerade das im Verſuch V. benutzte Schaf, welches ſchon 6½ Stunden nach der Injection zu Grunde ging; vielleicht hing die geringe Widerſtandsfähigkeit des Thieres eben mit der Hämoglobinarmuth ſeiner Blutkörperchen zuſammen.

### Verſuch II.

Hund 24,000 grm. Gewicht um 10½ Uhr morgens findet die erſte Blutabnahme ſtatt, $12^1/_4{}^h$ werden 30 Ccm. Jauche injicirt, da dieſelben bis 2 Uhr nachmittags abſolut keine Krankheitsſymptome bewirkten, wurden noch 40 Ccm Jauche injicirt, um 2½ Uhr iſt die Athmung beſchleunigt, die Temperatur ſteigt von 39,6° bis 40°. Um 3 Uhr nachmittags hat die Temperatur eine Höhe von 41,3 erreicht, das Thier zittert ein wenig, ſonſt keine Erſcheinungen von Krankheit. $4^h$ 15′ iſt die Temperatur 41,4°. Es folgt die zweite Blutabnahme. Am nächſten Morgen

erſcheint das Thier ganz geſund, die Temperatur 40,1°, um $8^h$ 40′ findet die dritte Blutabnahme ſtatt, das Thier bleibt am Leben. Auch dieſe Tabelle geht über beide vorliegende Seiten.

Tabell

| Datum | Nr. der Blutabnahme. | Zeit der Blutabnahme | Proz. Rückstand des defibrinirten Blutes (T.) | Proz. Rückstand des Gesammtblutes (T′.) |
|---|---|---|---|---|
| I | 12/VIII | $10^h$ 30′ | 18,898 | 18,799 |
| | | $12^h$ 15 Injection von 30 Ccm. | | |
| II | 12/VIII | $4^h$ 15′ | 19,381 | 19,295 |
| III | 13/VIII | $8^h$ 40′ | 17,814 | 17,749 |

Tabelle B.

Corrigirte Werthe von T und r.

| Nummer der Blutprobe | T. | r. |
|---|---|---|
| I | 18,634 | 13,714 |
| II | 19,195 | 14,711 |
| III | 17,555 | 12,981 |

Tabelle C.

Im 100 grm. defibrinirten Blutes ſind enthalten:

| Nummer der Blutproben. | Blutkörperchen. | Serum. | Gesammtrückstand d. rothen Blutkörperchen. | Hämoglobin. | Stroma. | Serumrückstand. | Spec. Gew. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 36,704 | 63,294 | 13,714 | 14,097 – 0,383 | | 4,920 | 1053,2 |
| II. | 37,108 | 62,892 | 14,711 | 14,258 | 0,453 | 4,483 | 1054,5 |
| III. | 33,825 | 66,175 | 12,981 | 12,837 | 0,124 | 4,574 | 1050,5 |

Wie auch dieſes Thier nur unbedeutende Krankheitsſymptome darbot, ſo findet man auch in der Zuſammenſetzung der drei Blutproben kaum mehr, als bloſse Andeutungen einer durch die Injection geſetzten Störung. Wir erkennen an den drei Hauptwerthen im Blute, an der Ziffer

für das Blutkörperchengewicht, für den Gesammtrückstand der Blutkörperchen, und für das Oxyhämoglobin, die gewöhnlichen Curven; doch ist überall der später absinkende

| aserstoff % (f). | T—(T′—f) | pro Rückstand des Blutserum (t). | | Verdünnungszahl (v). | Rückstand der Blutkörperchen in 100 Gramm Blut. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,297 | 0,396 | 7,773 | 0,88872 | 112,74 | 13,914 |
| auche 2[h] von 40 Ccm. | | | | | |
| 0,193 | 0,279 | 7,129 | 0.92636 | 112,64 | 14,854 |
| 0,324 | 0,389 | 6,912 | 0,79812 | 114,49 | 13,229 |

Theil dieser Curven viel stärker ausgeprägt als der ansteigende. Es ist sehr möglich, dafs zwischen der Injection und der zweiten Blutabnahme die genannten drei Blutbestandtheile höhere Werthe darstellten, als wir sie beobachtet haben. Der Serumrückstand nimmt nach der Injection wie im Versuch I ab. Die Aenderungen des spec. Gewichtes entsprechen denjenigen dieser drei Blutbestandtheile. Die Zunahme des spec. Gewichtes der zweiten Blutprobe scheint freilich zu grofs zu sein für den geringen Zuwachs an Hämoglobin, aber es ist hierbei zu berücksichtigen, dafs der Gesammtrückstand der rothen Blutkörperchen viel mehr gewachsen ist, als das Hämoglobin.

Auf das unmögliche Ergebnifs, dafs in der ersten Blutprobe die Ziffer des Hämoglobin höher ausfällt, als diejenige des Blutkörperchenrückstandes, komme ich später zurück.

Tabelle D.

In 100 grm. rother Blutkörperchen sind enthalten.

| Nr. der Blutprobe. | Gesammtrück. | Hämoglob. | Stroma. |
|---|---|---|---|
| I | 37,364 | 38,407 | —1,043 |
| II | 39,644 | 38,423 | 1,221 |
| III | 38,377 | 38,010 | 0,367 |

Tabelle E.

100 grm. Blutkörperchenrückſtand beſtehen aus:

| Nr. der Blutprobe. | Hämogl. | Stroma. |
|---|---|---|
| I | 102,791 | — 2,791 |
| II | 96,920 | 3,080 |
| III | 99,044 | 0,056 |

Dieſer Verſuch ergiebt alſo für die Blutprobe I. eine unmögliche Zuſammenſetzung des Blutkörperchenrückſtandes, für die Blutprobe II und III eine mindeſtens unwahrſcheinliche, da auch hier der Blutkörperchenrückſtand faſt ganz aus Oxyhämoglobin beſtehen würde. Mit Berückſichtigung dieſer Unwahrſcheinlichkeit fände ſich demnach ein und derſelbe Fehler in allen drei Blutproben. Schon dieſe Conſtanz deſſelben erweckt den Verdacht gegen die einzige Conſtante, die wir bei unſeren Rechnungen benutzt haben, nämlich gegen das von uns gefundene Abſorptionsverhältniſs Wir wollen indeſs auch noch andere Möglichkeiten ins Auge faſſen.

Es giebt zunächſt nur zwei Möglichkeiten: 1) der Werth für den Geſammtrückſtand der Blutkörperchen iſt zu niedrig. 2) die Oxyhämoglobinbeſtimmung iſt zu hoch ausgefallen. Beide Werthe ſind ganz unabhängig von einander und von den übrigen Werthen beſtimmt worden, der erſtere mittelſt Waſchen der Blutkörperchen auf der Centrifuge, der zweite ſpectroſkopiſch.

Ad p. 1 Ein Wägungsfehler bei Beſtimmung des Rückſtandes der gewaſchenen und getrockneten Blutkörperchen könnte zunächſt auf mangelhaftem Trocknen beruhen; dadurch aber würde derſelbe einen zu hohen und nicht einen zu geringen Werth erhalten. Daſſelbe gilt von einem zweiten möglichen Wägungsfehler, nämlich der Beſtimmung des

im Blutkörperchenſediment enthaltenen $Na_2SO_4$, welches von dem Rückſtande dieſes Sediments abgezogen wird.

Alle zu dieſer Beſtimmung erforderlichen Manipulationen, wie das Extrahiren des Salzes aus der coagulirten Blutkörperchenlöſung, das Ueberführen in $BaSO_4$, das Abfiltriren dieſes feinvertheilten und die Filtra leicht paſſirenden Salzes ſind derart, daſs nur Verluſte zu befürchten ſind. Die Salzbeſtimmung würde alſo, ſofern von einem merkbaren Fehler hierbei überhaupt die Rede ſein kann, zu niedrig ausfallen und eben deshalb die Rückſtandsbeſtimmung zu hoch. Andere zufällige Wägungsfehler, wie etwa Verluſte durch Verſchütten u. dergl. ſind nicht vorgekommen.

Aber der Rückſtand der rothen Blutkörperchen konnte dadurch zu klein ausgefallen ſein, daſs dieſelben beim Waſchen auf der Centrifuge Subſtanzverluſte an die Waſchflüſſigkeit erlitten haben; da dieſelbe aber keine Spur von Hämoglobin enthielt, ſo müſste ſie Stromabeſtandtheile den Blutkörperchen entzogen haben, während doch das leicht lösliche Hämoglobin in den Blutkörperchen zurückblieb.

Wir haben das Hämoglobinprozent in der erſten Blutprobe dieſes Verſuches = 14,097, den Geſammtrückſtand der Blutkörperchen aber, mit der Correktur nur = 13,714 % gefunden. Unter der Vorausſetzung die Blutkörperchen hätten Stromaverluſt auf der Centrifuge erlitten, während die Oxyhämoglobinbeſtimmung richtig war, wollen wir annehmen, das Oxyhämoglobin habe thatſächlich 90 reſp. nach einer zweiten Annahme, es habe 95 % des ganzen Blutkörperchenrückſtandes betragen. Die richtige Ziffer für den Prozentgehalt des Blutes an feſten Blutkörperchenbeſtandtheilen (r) wäre alsdann, wenn wir von der in der erſten Blutprobe gefundenen Hämoglobinziffer, nämlich 14,097 ausgehen in dieſen beiden Fällen 15,66 reſp. 14,83. Berechnen wir nun

mit diefen Werthen von r in Verbindung mit den beiden übrigen unabhängig davon ermittelten Wägungsrefultaten T u. f das Blutkörperchenprozent (b) und den Rückftand von 100 grm. Blutkörperchen (R), fo gelangen wir zu höchft unwahrfcheinlichen Ergebniffen. Wir finden nämlich immer unter der Vorausfetzung der Richtigkeit der Oxyhämoglobinbeftimmung, im erften Fall, wenn der Blutkörperchenrückftand aus 90 % Hämoglobin und 10 % Stroma beftand

$$b = 61{,}69$$
$$R = 25{,}38$$

im zweiten Fall, wenn der Blutkörperchenrückftand aus 95 % Hämoglobin und 5 % Stroma beftand

$$b = 51{,}09$$
$$R = 29{,}38$$

Selbft unter der Annahme alfo, dafs der Blutkörperchenrückftand nur 5 % Stroma enthalten habe, gelangen wir zu unwahrfcheinlichen Refultaten, fobald wir von der Vorausfetzung ausgehen, der Fehler unferer Analyfe beruhe auf einen Verluft an diefen 5 % Stroma während des Auswafchens der Blutkörperchen.

Wie man es unferer Hauptformel fogleich anfieht, müfste man, um bei der obigen Rechnung zu annehmbaren Werthen von b und R zu gelangen, auch für den Gefammtrückftand des Blutes (T) eine entfprechende Erhöhung eintreten laffen, d. h. man müfste annehmen, dafs in diefem Verfuch nicht blos der Werth r, fondern nebenbei auch noch der Werth T, deffen Beftimmung auf eine fo einfache Procedur beruht, verunglückt ift. Ich mache ferner darauf aufmerkfam, dafs das fpec. Gewicht des Blutes in unferem erften Verfuch 1061,0 und im zweiten 1053,2 betrug. Diefer grofsen Gewichtsdifferenz mufs um fo mehr eine grofse Differenz im Blutkörperchenrückftand entfprechen, als die

Concentration des Serums in beiden Verſuchen faſt die gleiche war.

Ad p. 2. Eine gröſsere Wahrſcheinlichkeit behält demnach die Annahme, daſs das Hämoglobinprozent des Blutes zu hoch beſtimmt iſt. Dafür daſs in der Gleichung $h = v. \varepsilon.$ A die Werthe $v$ und $\varepsilon$ richtig beſtimmt worden ſind, kann ich einſtehen; es wäre auch geradezu wunderbar, wenn ein etwaiger Fehler in dieſer Hinſicht ſich durch alle Blutproben eines und deſſelben Verſuches wiederholt hätte. Wohl aber ſpricht dieſe Conſtanz des Fehlers, wie ich bereits hervorgehoben habe, dafür, daſs der Werth A unrichtig und zwar zu hoch iſt, wobei noch beſonders zu bemerken iſt, daſs die Annahme eines Fehlers im Werthe A zur Erklärung ausreicht, ohne daſs irgend einer der andern von mir ermittelten Werthe in Mitleidenſchaft gezogen würde; dazu kommen noch die für dieſe Annahme im zweiten Abſchnitt dieſer Arbeit bereits erwähnten Gründe. Es iſt dabei immerhin möglich, daſs wir es im vorliegenden Fall mit ſehr ſtromaarmen Blutkörperchen zu thun gehabt haben und daſs gerade in dieſem Umſtande der Grund dafür gegeben iſt, daſs der ſupponirte Fehler der Conſtanten A für die Blutprobe I dieſes Verſuches ſogar zu einem abſolut unmöglichen Reſultat geführt hat. In Anbetracht der Frage, um wie viel der von uns gefundene Werth von A zu hoch gefunden iſt, kann natürlich nichts geſagt werden, als daſs es ſich wahrſcheinlich um eine geringe Differenz handelt, nur ſoviel iſt klar, daſs, wenn meine Annahme richtig iſt und der wahre Werth von A niedriger iſt, als ich ihn gefunden, daſs dann auch das Stromaprozent in der erſten Blutprobe des Verſuches I mit 22,591 % des Geſammtrückſtandes der rothen Blutkörperchen noch zu niedrig berechnet worden iſt. Meine Verſuche würden demnach

ebenſo wie die von v. Götſchel beweiſen, daſs der Stromagehalt der Blutkörperchen bei verſchiedenen Individuen, der von uns unterſuchten Thierarten innerhalb weiter Grenzen ſchwankt und ich wüſste keine ſicher fundirte Thatſache, welche dieſes Reſultat unmöglich erſcheinen lieſse. Es erſcheint vielmehr durchaus möglich, daſs ähnliche Differenzen im Stromagehalt der Blutkörperchen, wie wir ſie bei verſchiedenen Individuen beobachtet haben im Laufe der Zeit auch innerhalb eines und deſſelben Individuums Platz greifen.

Zum Schluſs will ich noch hervorheben, daſs die unbedeutenden Veränderungen des Blutes in meinen Verſuchen der geringen Geſundheitsſtörung der betreffenden Thiere entſpricht.

Dorpat, phyſiol. Inſtitut 1./13. Oct. 1884.

# Theſen.

1. Blutunterſuchungen mit dem Spectrophotometer müſſen gleich nach Anfertigung des Präparates gemacht werden.

2. Bei Blutungen nach der Geburt ſollten die heiſsen Douchen den kalten vorgezogen werden.

3. Die Hebeammen ſollen in der ſtrengſten Antiſepſis unterwieſen werden.

4. Die acute Gonorrhoe ſoll in der erſten Zeit nicht mit Injectionen behandelt werden.

5. Der Alcohol gehört zu den ſchädlichſten Giften.

6. Tod bei Verbrühung beruht auf Hämoglobinvergiftung.